ARCHIV

FÜR DIE GESAMMTE

PHYSIOLOGIE

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. E. F. W. PFLÜGER,

ORD. ÖFFENTL. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT
UND DIRECTOR DES PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTES ZU BONN.

FÜNFUNDDREISSIGSTER BAND.

ERSTES UND ZWEITES HEFT.

MIT 1 TAFEL UND 1 HOLZSCHNITT.

BONN, 1884.

VERLAG VON EMIL STRAUSS.

Ausgegeben den 27. September 1884.

Inhalt.

Berichtigung.

S. 32 Z. 14 v. o. lies 10 statt 30.

Die Herren Mitarbeiter

erhalten pro Druckbogen 30 M. Honorar

und 40 Separatabdrücke gratis.

ARCHIV

FÜR DIE GESAMMTE

PHYSIOLOGIE

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. F. W. PFLÜGER,

ORD. ÖFFENTL. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT
UND DIRECTOR DES PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTES ZU BONN.

FÜNFUNDDREISSIGSTER BAND.

MIT 8 TAFELN UND 29 HOLZSCHNITTEN.

BONN, 1885.

VERLAG VON EMIL STRAUSS.

Inhalt.

Inhalt.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Untersuchung zur Lehre von der electrischen Muskel- und Nervenreizung[1]).

Von

L. Hermann.

IV. Ueber wellenartig ablaufende galvanische Vorgänge am Kernleiter.

Nach Versuchen von L. Hermann und Dr. D. W. Samways aus Cambridge.

Hierzu Tafel I.

A. Einleitende Bemerkungen.

Wie schon in der vorigen Abtheilung hervorgehoben ist, wissen wir von dem Wesen der im Nerven sich fortpflanzenden Erregung bisher weiter Nichts, als dass dieselbe mit einer galvanischen Veränderung derjenigen Faserstelle verbunden ist, an welcher die Erregung sich momentan befindet; diese Stelle verhält sich negativ gegen alle ruhenden Stellen derselben Faser, so dass zwischen zwei Puncten einer Nervenfaser, während die Erregung über dieselben hinweggeht, ein doppelsinniger Actionsstrom eintritt; die erste Phase ist dem Erregungsablauf gleichläufig, die zweite gegenläufig[2]). An einem künstlichen Querschnitt langt diese negative Welle mit der Grösse Null an[3]). Ferner ändert die Welle im normalen Nerven ihre Grösse beim Ablauf nicht, am polari-

1) Vgl. dies Archiv Bd. XXX, S. 1; XXXI, S. 99.

2) Vgl. dies Archiv Bd. XVIII, S. 574; XXIV, S. 255. Diese fundamentale Thatsache ist zuerst am Muskel beobachtet worden, und zwar von Bernstein (Untersuchungen etc. Heidelberg 1871).

3) Vgl. ebendaselbst.

sirten Nerven aber lassen sich gewisse Erscheinungen nicht anders erklären, als durch die Annahme, dass die Welle beim Uebergang zu stärker positiv oder schwächer negativ polarisirten Stellen zunimmt, im entgegengesetzten Falle abnimmt, und dass ausserdem die Polarisationsconstante des Nerven durch die Erregung vermindert wird[1]).

Ob ausser der angeführten galvanischen Veränderung der erregten Nervensubstanz überhaupt noch andere Veränderungen stattfinden, und welche, ist unbekannt. Die Analogie des Muskels freilich, in welchem die ablaufende Erregung denselben galvanischen Ausdruck hat wie im Nerven, könnte auf noch andere Veränderungen deuten; denn hier ist Contraction, Wärmeproduction und bleibende chemische Veränderung nachgewiesen. Aber diese Analogie ist nicht zwingend; die Leistungen der erregten Muskelfaser könnten secundäre Folgen sein, welche durch die ablaufende Erregung ausgelöst werden, während der gleiche Ablauf die Nervenfaser völlig unverändert zurückliesse. Bis jetzt ist trotz aller Mühe kein Zeichen bleibenden Stoffumsatzes durch den Erregungsablauf in der Nervenfaser nachgewiesen. Freilich würde die Auslösung anderer Leistungen in der Muskelfaser mit Nothwendigkeit zu der Alternative führen, dass entweder die Erregungsgrösse bei ihrem Ablauf einen wenn auch noch so geringen Verlust erleidet, der als auslösende Kraft verbraucht wird, oder dass der Erregungsablauf an sich, und dann gewiss wie im Muskel auch im Nerven, mit Stoffverbrauch an jeder erregt gewesenen Stelle verbunden ist. Die erste Möglichkeit steht anscheinend im Widerspruch mit der Erkenntniss, dass auch in der Muskelfaser, so lange sie völlig normal ernährt ist, die Erregung ohne Decrement abläuft[2]).

---

1) Vgl. dies Archiv Bd. XXIV, S. 282 ff.

2) Vgl. hierüber dies Archiv Bd. XVI, S. 415. — Aus der Gleichheit beider Phasen des doppelsinnigen Actionsstroms am Menschen hatte ich geschlossen, dass beim Tetanus normal ernährter Muskeln die Actionsströme, gleichmässig auf die Zeit vertheilt (wie sie ohne Rheotom am Galvanometer sich darstellen), sich zu Null compensiren (vgl. mein Handbuch der Physiologie Bd. I, 1, S. 48 und 225). In einer aus dem Berliner physiologischen Institut hervorgegangenen Publication von Martius (Arch. f. Anat. u. Physiologie, physiol. Abth. 1883, S. 568) wird nun gesagt, „wenn dies bewiesen wäre", so wäre die Frage warum der natürliche Tetanus keinen secundären Tetanus giebt, auf die einfachste Weise erledigt. Abgesehen davon, dass

Aber dieser Satz ist doch nur annährend bewiesen, eine sehr kleine Abnahme ist durch die vorliegenden Versuche nicht ausgeschlossen, und selbst am Nerven lässt sich eine geringe Abnahme nicht mit absoluter Sicherheit in Abrede stellen, wie ja andererseits auch die Frage einer lawinenartigen Zunahme nicht einmal als definitiv entschieden gilt.

Wenn also die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit nicht bestritten werden kann, dass die Erregung im Nerven ohne jede bleibende Substanzänderung abläuft, etwa wie ein Stoss in einem absolut elastischen Medium, so erwächst uns die Aufgabe, zu untersuchen, ob die Erregung vielleicht überhaupt nur ein wellenartig ablaufender electrischer Vorgang ist, der zwar Substanzänderungen macht, aber solche, die alsbald beim Weitergehen der Welle sich völlig wieder neutralisiren.

Die Grundlagen, auf welche sich diese Untersuchung zu stützen hat, dürfen keine anderen sein, als die bis jetzt wirklich nachgewiesenen Eigenschaften des Nerven; von Hypothesen molecularer Natur, welche sich im Gebiete der Nervenphysik bisher überhaupt als überflüssig und fruchtlos erwiesen haben, werden wir namentlich so lange ganz abzusehen haben, als noch die geringste Hoffnung vorhanden ist, in absehbarer Nähe zu einer wirklich fundamentalen Aufklärung des nervösen Mechanismus zu gelangen.

---

letztere Bemerkung falsch ist, wie Verf. bei näherem Nachdenken und bei aufmerksamem Lesen von S. 48 und 225, Bd. I, 1 meines Handbuches gefunden hätte, wo ich ausdrücklich sage, dass das Ausbleiben des secundären Tetanus sich auf diesem Wege nicht erklärt, — möchte ich fragen, mit welchem Rechte der Verf. durch die Worte „wenn ... bewiesen wäre", jenen Satz verdächtigt. Hat er selber Rheotomversuche an den Muskeln lebender Menschen angestellt und dabei andere Resultate als ich gefunden? Oder lehrt man im Berliner physiologischen Institut noch immer, dass der menschliche Arm einen absteigenden Ruhestrom hat, und der du Bois'sche aufsteigende Willkürstrom, den ich als Secretionsstrom erkannt habe, dessen negative Schwankung darstellt? Das Schicksal wollte es, dass diese Auffassung durch eine im Berliner Institut selbst gemachte oder begonnene Arbeit von Neuem widerlegt worden ist, ohne dass man es dort bemerkt hat. Wedenskii hat nämlich gefunden, dass das Geräusch, welches die willkürlichen Actionsströme des menschlichen Arms im Telephon hervorbringen, bei Contraction beider Arme sich verstärkt (vgl. Mélanges du Bull. de l'Acad. de Petersb. 1883, 2. Jan.). Wäre der du Bois'sche Willkürstrom die behauptete negative Schwankung, so müsste das Geräusch offenbar, wie der du Bois'sche Strom, bei Contraction beider Arme sich schwächen.

Wir nehmen also in der Nervenfaser zwei concentrisch angeordnete Substanzen an, an deren cylindrischer Grenzfläche eine Polarisation stattfindet, sobald ein Strom in den Kern ein- oder aus ihm austritt[1]). Als Kernsubstanz betrachten wir bis auf Weiteres den ganzen Faserinhalt, als Hülle die mehr indifferente leitende Substanz des Neurilemms und des interstitiellen Bindegewebes[2]). Der Kernsubstanz gehören die bisher bekannten eigenen electromotorischen Wirkungen des Nerven an, nämlich der bekannte Gegensatz der durch Absterben oder Erregung veränderten Substanz gegen die unveränderte Substanz, bei welchem erstere gegen letztere negativ ist. Die electromotorische Kraft dieses Gegensatzes ist unbekannt, aber sicherlich ganz ungemein gross, da die uns bekannten äusseren Wirkungen (von nahezu 0,1 Daniell) nur Zweigströme sind, die durch die innere Abgleichung in der Hüllensubstanz eine sehr wirksame Nebenschliessung haben. Diese Kraft bewirkt Ströme, welche sich durch die Hüllensubstanz abgleichen; die Intensität dieser Strömchen muss man sich in nächster Nähe der electromotorischen Flächen ausserordentlich gross vorstellen, einmal wegen der bedeutenden electromotorischen Kraft, zweitens wegen des sehr geringen Widerstandes bei microscopischer Längendimension[3]).

Unsere nächste Hoffnung beruht nun darauf, aus diesen kräftigen Strömchen die Fortpflanzung der Erregung herzuleiten, womit zugleich eine wesentliche Bedeutung der thierischen Electricität sich enthüllen würde. Diese Strömchen bilden in der nächsten Umgebung der auf irgend eine Weise erregten Substanz für den Kern Cathoden, und in der erregten Substanz selbst für den Kern Anoden. Schon seit dem Jahre 1872 pflege ich in meinen Vorlesungen darauf hinzuweisen, dass möglicherweise das Pflüger'sche Grundgesetz die Handhabe bietet, um hieraus die Fortpflanzung der Erregung und die locale Beruhigung abzuleiten; das hierzu von mir benutzte Schema ist in meinem Handbuch der Physiologie Bd. I, 1, S. 256 und Bd. II, 1, S. 194 abgebildet.

Diese Herleitung würde aber erst dann Anspruch auf Gültigkeit erheben können, wenn es gelänge, auf Grund des Pflüger-schen Erregungs- und des Actionsstromgesetzes eine Differential-

1) Vgl. dies Archiv Bd. V, S. 263.

2) Vgl. mein Handbuch Bd. II, 1, S. 179.

3) Vgl. das Handbuch II, 1, S. 194.

gleichung abzuleiten, welche eine wellenförmige Fortpflanzung der Erregung ergiebt. Allein, wie ich an der soeben angeführten Stelle erörtert habe, lässt sich weder aus unseren bisherigen Kenntnissen über die genannten Gesetze eine solche Differentialgleichung herleiten, noch genügen die blossen Polarisationseigenschaften, welche wir dem Nerven zuschreiben dürfen, um etwa eine wellenförmige Ausbreitung einer durch die electrische Erregung entstehenden Polarisationsphase theoretisch zu behaupten[1]. Die letztere Idee würde ausserdem erwarten lassen müssen, dass von beiden entgegengesetzten Electroden zwei entgegengesetzte Polarisationswellen ausgingen, deren eine, bei der Schliessung von der Anode ausgehende, etwa wie das Entgegengesetzte der Erregung oder eine negative Erregung sich verhalten müsste. Von einer solchen Erscheinung zeigte sich aber in älteren Versuchen, deren Resultat im Handbuch mitgetheilt wurde, und welche dann in der III. Abhandlung der vorliegenden Reihe[2]) ausführlicher dargestellt wurden, Nichts.

Allein trotzdem erschien es mir erwünscht nachzusehen, ob nicht directe rheotomische Versuche am Kernleiter unter gewissen Umständen wellenartige Abläufe aufweisen; denn die theoretische Voraussage ist auf diesem schwierigen Gebiete unsicher, und darf nicht abhalten auch solche Dinge dem Versuch zu unterwerfen, über welche die Theorie verneinend zu entscheiden scheint; grade wie wir umgekehrt uns mit einer positiven Voraussage der Theorie nicht begnügen, ohne sie experimentell bewahrheitet zu haben.

B. Erste Ergebnisse und Versuchsverfahren.

Die ersten Beobachtungen, welche einen wellenförmig ablaufenden Vorgang am Kernleiter darlegten, machte ich im Frühjahr 1883.

Ich benutzte zu denselben ein Glasrohr von 2 m Länge und etwa 8 mm Durchmesser im Lichten, welches aus mehreren Stücken zusammengesetzt war. Das Rohr hatte in allen seinen Theilen seitliche Röhrenansätze von 20 mm Länge; die Gesammtzahl der-

---

1) Ueber dies letztere vgl. das Handbuch Bd. II, 1, S. 195.

2) Dies Archiv Bd. XXXI, S. 109—118.

selben war 13, die Vertheilung aber ungleich, so dass an dem einen Ende des Rohres viele Ansätze in Abständen von 1—4½ cm auf einander folgten, während weiterhin die Abstände etwa 47 cm betrugen. Der Grund dieser Anordnung war der, dass die Variationen im Abstande zwischen durchflossener und abgeleiteter Strecke nahe der ersteren feiner abstufbar sein mussten als in grösseren Entfernungen.

Durch die ganze Länge des an beiden Enden verkorkten Rohres war ein feiner Platindraht gespannt, der aus beiden Enden herausragte. Das Rohr war horizontal befestigt, die Ansätze nach oben, und bis in letztere hinein mit gesättigter neutraler Zinksulphatlösung gefüllt. Zur Zu- und Ableitung von Strömen dienten dicke amalgamirte Zinkdrähte, welche in die Ansätze eingesteckt wurden, und mittelst einer bajonnetförmigen Abknickung auf deren Rändern aufruhten, so dass sie mit ihren unteren Enden nur bis an die Lichtung des Hauptrohres reichen konnten.

Unter unipolarer Zuleitung ist im Folgenden der Fall zu verstehen, wo der polarisirende Strom nicht mit beiden Polen der Flüssigkeit, sondern mit einem Pol dem Kerndraht und nur mit dem anderen der Flüssigkeit zugeleitet wurde. Aus naheliegenden Gründen wurde in diesem Falle die in die Flüssigkeit eingesteckte Electrode nicht aus Zink, sondern aus Platin genommen[1]).

Das Rheotom, in der von mir modificirten Einrichtung[2]), wurde so angewendet, dass es bei jedem Umgange einmal auf sehr kurze Zeit einen Strom durch eine kurze Strecke des Kernleiters hindurchgehen liess, sei es mit bipolarer sei es mit unipolarer Zuleitung, und in variablem Zeitabstand eine andere Strecke des Kernleiters mit einem empfindlichen Galvanometer verband. Das Rheotom wurde wie gewöhnlich durch einen Wassermotor mit eingeschaltetem Uebertragungsrade getrieben und konnte stunden- und tagelang unbeaufsichtigt sich selbst überlassen bleiben, ohne dass eine Störung im Gang oder in der Sicherheit der Contacte auf-

1) Vgl. hierüber die älteren analogen Versuche dies Archiv Bd. VI, S. 315. Meine bisherigen Versuche über das galvanische Verhalten des Kernleiters überhaupt, sowie die zugehörigen, zum Theil von H. Weber herrührenden theoretischen Untersuchungen findet man in diesem Archiv Bd. V, S. 264 ff., VI, S. 312 ff., VII, S. 301 ff., XX, S. 388 ff., XXX, S. 623 f., XXXIII, S. 142 ff., 162 ff.

2) Vgl. dies Archiv Bd. XXXI, S. 600 und Taf. VII.

trat. Wegen des Wassermotors befand sich das Rheotom in einem anderen Zimmer als der Beobachter und die Boussole. Die Controle der Contacte geschah mittels eines Telephons (die nähere Einrichtung kann sich der Leser denken). Ebenso diente ein Telephon zur genauen Bestimmung des Theilstrichbereichs für welche beide Contacte zugleich geschlossen sind (diese Zeit wird in Folgendem kurzweg als „Contactzeit" bezeichnet): beide Contacte, sowie ein Daniell und das Telephon werden in einen Kreis eingeschaltet, das Rheotom in Gang gesetzt und nun, während man mit der einen Hand das Telephon ans Ohr hält, mit der anderen die Ebonitscheibe des Rheotoms langsam gedreht, bis das Telephon anfängt zu tönen und wieder aufhört[1]). Die ganze Bestimmung erfordert nur wenige Secunden.

Um möglichst einfache Bedingungen herzustellen, verfuhr ich zuerst so, dass ich den polarisirenden Strom dem einen Leiterende unipolar zuleitete, und von den beiden ableitenden Electroden die eine in mässiger Entfernung von der durchflossenen Strecke, die andere so entfernt wie irgend möglich, d. h. am letzten Rohransatz anbrachte. Es zeigte sich zwischen den ableitenden Electroden ein dem polarisirenden gleichgerichteter Strom, welcher rasch ein Maximum erreicht, und dann viel langsamer abnimmt, so dass er auch am Ende der Rheotomtheilung, d. h. bei der nächsten Schliessung des Kettenkreises, noch nicht vollständig verschwunden ist. Diese Erscheinungen waren vorauszusehen. Was mir aber auffiel, war, dass der Zeitpunct des Maximums der gleichsinnigen electromotorischen Wirksamkeit nicht etwa in den Anfang oder die Mitte der Schlusszeit des polarisirenden Stromes, sondern eher gegen das Ende derselben fiel. Als aber die erste ableitende Electrode (als erste bezeichne ich fortan stets die der durchflossenen Strecke nähere) immer weiter von der durchflossenen Strecke entfernt

1) Sowohl das Telephon wie das Galvanometer belehrt bei dieser Bestimmung, dass die Contactzeit aus einem mittleren Theil vollen Contacts und zwei vorn und hinten sich anschliessenden kurzen Theilen sehr schwachen Contacts besteht; letzterer wird offenbar durch einzelne etwas voranstehende, resp. nachschleppende Bürstendrähtchen hervorgebracht. Wo im Folgenden von der Contactzeit die Rede ist, ist stets die g a n z e Contactzeit gemeint, wodurch die gezogenen Schlüsse an Sicherheit gewinnen. Soweit sie nämlich wirklich in B e t r a c h t kommt, ist die Contactzeit stets viel kürzer als sie der Vorsicht wegen angegeben ist.

wurde, trat das Maximum immer später ein, wie auf das Bestimmteste constatirt wurde.

Diese Thatsache deutete auf einen wellenartig ablaufenden Vorgang und ich ging nun sofort daran, nachdem ich bei den

p' a_1 a_2 b
p

Ableitungen a_1b und a_2b eine zeitliche Verschiedenheit des Maximums constatirt hatte, von a_1 und a_2 abzuleiten, in der Erwartung, dass nunmehr das Anlangen des Maximums in a_2 zu einem Gegenstrom Anlass geben würde, der Strom zwischen a_1 und a_2 also doppelsinnig, zuerst im Sinne und dann im Gegensinne des polarisirenden Stromes, ausfallen würde.

Diese Erwartung bestätigte sich scheinbar in der That: es trat eine Wirkung auf, welche zuerst kräftig gleichsinnig war, dann in die entgegengesetzte Phase umschlug, welche letztere aber stets viel schwächer war als die erste. Dies schien ganz in der Ordnung, weil erstens der wellenartig ablaufende Vorgang beim Ablauf abnehmen konnte, zweitens aber die Superposition von zwei sich rasch folgenden gleichgrossen entgegengesetzten Stromschwankungen von steilem Anstieg und flachem Abfall eine Curve ergiebt, deren zweiter entgegengesetzter Theil niedriger und flacher ist als der erste[1]).

Aber auffallend war es, dass die zweite, negative Phase während des ganzen Rheotomumganges persistirte. Dies schien mir mit der Vorstellung zweier gleichartiger Stromursachen, welche successive in a_1 und a_2 anlangen, unvereinbar; denn wenn wir auch annähmen, dass die Veränderung in a_1 und a_2, nachdem ihr Maximum vorüber ist, noch lange Zeit in sehr verminderter Grösse persistirt, so müsste die Superposition dieser beiden Reste entweder Null oder einen schwachen Strom im Sinne der ersten Phase ergeben.

Ich übergehe nun eine grosse Reihe von Versuchen, welche nach diesen vorläufigen Feststellungen zur Aufklärung des Sachverhalts unternommen wurden, und führe nur schon hier an, dass, namentlich durch Versuche mit bipolarer Stromzuleitung, für die zweite entgegengesetzte Phase eine andere Ursache aufgefunden wurde, nämlich der in der durchflossenen Strecke selber nach der Oeffnung vorhandene Gegenstrom.

1) Vgl. hierüber z. B. die Figur Bd. XXIV, S. 252 dieses Archivs.

Als im vorigen Semester Herr Dr. Samways aus Cambridge nach Zürich kam, um in meinem Laboratorium electrophysiologische Untersuchungen zu machen, schlug ich ihm vor, den Gegenstand noch einmal durchzuexperimentiren und einige noch zweifelhafte Puncte zu erledigen. Herr Dr. Samways unterzog sich dieser Aufgabe mit der grössten Geschicklichkeit, Sorgfalt und Energie, und die Resultate dieser erneuten, unter meinen Augen ausgeführten Untersuchung sind in den folgenden Sätzen mit enthalten.

C. Resultate der Versuche[1]).

1) Platindrahtkern in einem mit Zinksulphatlösung gefüllten Rohre.

a. Zuleitung eines Momentanstromes[2]) mittelst zweier in die Zinklösung gesteckter amalgamirter Zinkdrähte (bipolare Zuleitung).

1. Ist die eine ableitende Electrode nahe, die andere entfernt von der durchflossenen Strecke, so beobachtet man bei successiver Variirung des Intervalls zwischen Schliessungs- und Ableitungszeit in der abgeleiteten Strecke stets zwei aufeinanderfolgende entgegengesetzte Stromphasen. Die erste ist dem polarisirenden Strome gleich, die zweite entgegengesetzt gerichtet.

Die erste Phase steigt steil an, fällt ebenso steil oder wenig sanfter ab; ihr Maximum fällt gegen das Ende der „Contactzeit" (vgl. S. 7 Anm.) oder erst nach derselben (vgl. unten sub 7). Die zweite Phase erscheint als unmittelbare Fortsetzung des Abfalls

1) Die Zahl der durchgeführten Versuchsreihen, über welche wir verfügen, beträgt etwa 230—240. Wir begnügen uns, einige wenige Beispiele, welche die wesentlichsten Resultate verdeutlichen, und zwar in Curven, zu veröffentlichen.

2) Die wirkliche Schliessungszeit des Stromes ist stets viel kleiner als die „Contactzeit" (vgl. oben S. 7), welche letztere die Summe der Schliessungszeiten des „Reizcontacts" und des Boussolcontacts darstellt. Erstere war stets die kürzere (in der Regel kleiner als $^1/_{500}$ Secunde) und in gewissen Versuchen mit Nadelcontact gradezu unmessbar klein (s. unten). Für die Auswerthung der Resultate aber hat man bekanntlich bei Rheotomversuchen so zu verfahren, als ob die Schliessungszeit des Reizstroms sich über die ganze Contactzeit erstreckte. Denn die Contactzeit stellt die Breite der Unsicherheit in den zeitlichen Angaben dar.

der ersten über die Abscissenaxe hinaus und hat einen ähnlich steilen Verlauf; ihr Maximum ist jedoch stets beträchtlich niedriger als das der ersten Phase. Der Abfall der zweiten Phase ist sehr allmählich und nach vollendetem Rheotomumgang (meist $^1/_{12}$—$^1/_{15}$ Secunde) in der Regel noch nicht beendet. Die wieder erscheinende erste Phase macht jetzt eine ziemlich plötzliche Umbiegung der Curve gegen die Abscissenaxe und rasche Ueberschreitung derselben. Bei schwachen Strömen kann die zweite Phase schon nach halbem Rheotomumgang oder noch früher beendet sein. Zwei Beispiele des gewöhnlichen Curvenverlaufes sind in Figur 1 vereinigt.

2. Wird die nähere („erste") ableitende Electrode weiter von der durchflossenen Strecke entfernt, während die zweite ihre Stelle behält, so schiebt sich dadurch die ganze erste Phase und die Lage ihres Maximums zeitlich hinaus. Zugleich wird die Curve niedriger, der Verlauf gestreckter. Auch der Uebergang zwischen beiden Phasen wird hinausgeschoben und die zweite Phase verzögert, aber zugleich zuweilen vergrössert. Ein Beispiel zeigt Figur 2, deren Curven bei gleicher Lage der zweiten, aber veränderter der ersten Electrode gewonnen sind.

3. Die Verschiebung der entfernteren („zweiten") Electrode, bei stehenbleibender erster, hat keinen Einfluss auf die Lage des Maximums der ersten Phase, aber wohl auf die Lage der zweiten. Dieser Einfluss hört aber in einer gewissen Entfernung auf. Wird zwischen verschiedenen, sämmtlich nahen, Lagen der zweiten Electrode gewechselt, so rückt die zweite Phase mit der Entfernung der Electrode zeitlich hinaus und wird zugleich weniger intensiv und ihr Abfall flacht sich ab. In diesem Wirkungsbereich nimmt zugleich die erste Phase mit zunehmender Entfernung der zweiten Electrode an Intensität des Maximums und Steilheit des Abfalls zu, was um so bemerkenswerther ist, als der Widerstand mit zunehmender Entfernung der zweiten Electrode etwas wächst. Zugleich bemerkt man, dass das Maximum der ersten Phase sich zeitlich etwas hinausschiebt. Ein Beispiel liefert Figur 3.

4. Werden bei gleichbleibender Spannweite des ableitenden Bogens beide ableitenden Electroden gleichzeitig immer weiter von der durchflossenen Strecke entfernt, so nehmen beide Phasen rasch an Intensität ab, und die erste schiebt sich zeitlich hinaus (Beispiel s. in Fig. 4). Bald erlischt die zweite Phase ganz und bei

grosser Entfernung beider ableitenden Electroden zeigt endlich auch die erste kein deutliches Maximum mehr, sondern man sieht nur eine fast gleichmässig über den ganzen Rheotomumgang sich erstreckende schwache Ablenkung.

5. In manchen Fällen sind die Ablenkungen bei den Rheotomstellungen, welche dem Uebergang von der zweiten zur ersten oder auch demjenigen von der ersten zur zweiten Phase entsprechen, doppelsinnig, und zwar bewegt sich in beiden Fällen der Magnet jedesmal zuerst im Sinne der ersten Phase und dann im Sinne der zweiten. Diese Art der Ablenkung kann sich über einen grossen Theil des Rheotomumgangs erstrecken. Die Ablenkung im Sinne der ersten Phase ist oft nur ein sehr kleiner und rascher Vorschlag, welcher nur mit sehr leichtem Magnetgehänge wahrnehmbar ist[1]). Dieser Vorschlag nimmt beim Uebergang zur zweiten Phase immer mehr ab, während der Nachschlag zunimmt. Beim umgekehrten Uebergang entwickelt sich der Vorschlag immer mehr, während der Nachschlag abnimmt. Wir geben umstehend ausnahmsweise ein Beispiel in Zahlen, weil die doppelsinnigen Ausschläge sich in den Curven nicht gut wiedergeben lassen (in Fig. 6 sind sie durch verticale Linien angedeutet).

6. Nach dem Oeffnen des Versuchsstromes (bei weiter spielendem Rheotom) zeigt sich häufig eine dem polarisirenden Strom entgegengesetzte Ablenkung, welche bald verschwindet. Dieselbe ist am kleinsten, oder fehlt ganz, bei Rheotomstellungen, welche der Höhe der ersten Phase entsprechen, offenbar weil während des Rückganges des Magneten aus seiner starken Ablenkung die Ursache des Nachstroms schon stark abgenommen hat, am stärksten dagegen bei Stellungen, welche der Höhe der zweiten Phase entsprechen. Sie sind besonders kräftig in den Fällen doppelsinniger Ablenkungen (vgl. sub 5).

7. Besondere Sorgfalt wurde auf die sichere Feststellung des wichtigen Punctes verwendet, dass das Maximum der ersten Phase **nach** der Contactzeit, also ganz sicher nach der Oeffnung des polarisirenden Stromes fallen kann. Nicht allein dies wurde auf das Unzweifelhafteste constatirt, sondern auch das, dass die erste Phase in vielen Fällen sogar erst nach Oeffnung des pola-

---

1) Unser Magnetgehänge wiegt im Ganzen nur 0,9 gr; über das Galvanometer vgl. dies Archiv Bd. XXI, S. 430 und Taf. VIII.

Beispiel 1 (zu No. 5, S. 11).

Electrodenstellung:

p		p'		a		b
	4,75		56,5		46,7	

Kette 2 Dan., voll, ←.

Contactzeit 96,2 bis 1,6.

Theilstrich.	Ablenkung[1]).
96	— 12
97	— 11
98	— 11
99	— 10
0	— 12
1	— 11
2	— 8
3	+ 1, — 3
4	+ 6
5	+ 16
6	+ 22
7	+ 29
8	+ 31,6
9	+ 35,8
10	+ 38
11	+ 38
12	+ 40,5
13	+ 38,2
14	+ 40,5
15	+ 37
16	+ 33
17	+ 31
18	+ 30
20	+ 23
22	+ 20
25	+ 13,5
28	+ 9,5
31	+ 6
35	+ 2
37	+ 1,5
40	+ 0,5, —4,5
42	+ 0,5, —5
45	+ 0,3, —7,5
50	— 10
70	— 12

Beispiel 2 (zu No. 5, S. 11).

Electrodenstellung:

p		p'		a		b
	4,75		9,9		93,5	

Kette 2 Dan., voll, →.

Contactzeit 96 bis 99,7.

Theilstrich.	Ablenkung.
95	— 20
96	+ 0,5 — 16
97	+ 59
98	+ 183,5
99	+ 315
99,25	+ 344
99,5	+ 344
0	+ 324
1	+ 243
2	+ 192
3	+ 156
5	+ 106
7	+ 73,5
10	+ 43,5
14	+ 21
18	+ 9
21	+ 5
24	+ 3,2, — 11
27	+ 3, — 14,5
30	+ 1,5, — 17
33	+ 0,5, — 17,5
36	+ 0,5, — 21
39	+ 0,3, — 23
44	+ 0,3, — 23
50	+ 0,2, — 24
60	+ 0,1, — 24,2
80	+ 0,1, — 23
90	+ 0,1, — 24,5

1) + heisst gleichsinnig, — gegensinnig, in Beziehung auf den polarisirenden Strom.

risirenden Stromes beginnt. Beispiele von sehr starker Annäherung an dies Verhalten sieht man in Figur 2 und 6 (in den Curven mit entfernter erster Electrode) und noch ausgesprochener in Fig. 8, wo die erste Electrode sehr entfernt liegt. Für diese Feststellungen wurde in besonderen Versuchen sowohl der Ketten- wie der Boussolcontact so kurz wie irgend möglich und ersterer geradezu momentan genommen, indem die eine Contactbürste durch eine Platinspitze ersetzt wurde, welche einen Platindraht streift[1]).

Hier sei zugleich erwähnt, dass es nie gelang mit Inductionsströmen statt der Kettenströme Resultate zu erhalten.

8. Die Intensität des polarisirenden Stromes, welcher von kleinen Bruchstücken eines Daniell (durch eine Nebenschliessung abgezweigt) bis zu mehreren Daniells oder Bunsens variirt wurde, hat durchaus keinen Einfluss auf die Lage der Phasen, sondern nur auf deren Grösse, welche mit dem polarisirenden Strome zunimmt.

9. Wird der „Reizcontact" des Rheotoms, statt wie gewöhnlich in den Kreis des polarisirenden Stromes, in eine Unterbrechungsstelle des Platindrahtkerns zwischen durchflossener und abgeleiteter Strecke eingeschaltet (der Draht wird zu diesem Behufe unterbrochen und beide Ende durch einen der Röhrenansätze zusammen aus dem Rohre herausgeführt, ohne sich zu berühren; vgl. dies Archiv Bd. VI, S. 313), so bleibt die zweite Phase vollständig aus, die Ablenkungen sind durchweg im Sinne des polarisirenden Stromes und gehen zuweilen bei keiner Rheotomstellung ganz vollständig auf Null herab, in der Regel nur bis auf $^1/_2$—1 Scalentheil (in dem mitgetheilten Beispiel noch unvollständiger). Die Lage des Maximums der ersten Phase wird aber ganz nach denselben Gesetzen, welche sub 2—5 angegeben sind, durch die Electrodenstellung beeinflusst. Ein Beispiel dieser Versuchsart zeigt Fig. 5.

10. Um das Verhalten des polarisirenden Stromes selber während des Rheotomversuchs kennen zu lernen, wurden die polarisirenden Electroden in besonderen Versuchen, ausser mit dem Kettenkreise und dem Reizcontact, auch mit der Boussole und dem Boussolcontact in Verbindung gebracht (so dass jede der beiden

1) Vgl. die Beschreibung und Abbildung in diesem Archiv Bd. XXXI, S. 604 und Taf. VII, Fig. 4, 5.

Leitungen eine Nebenschliessung für die andere bildet). Fällt also der Schluss beider Contacte ganz oder theilweise zusammen, so geht ein Zweig des polarisirenden Stromes durch die Boussole und bewirkt eine Ablenkung, welche die Scala weit aus dem Gesichtsfelde treibt. Ist aber zur Zeit des Boussolcontactschlusses der Reizcontact schon geöffnet, so sieht man lediglich den in der durchflossenen Strecke vorhandenen Nachstrom, welcher natürlich dem polarisirenden Strome entgegengesetzt gerichtet ist, aber (wie eine einfache Ueberlegung ergiebt) auf die Boussole in gleichem Sinne wie der polarisirende Strom selbst wirkt. Die Versuche ergeben nun durchgehends, dass die Boussolablenkung den Kettenschluss nur eine verschwindend kurze Zeit (höchstens einen oder zwei Theilstriche zu $^1/_{1400}$ sec.) überdauert, mit andern Worten, dass der polarisatorische Gegenstrom der durchflossenen Strecke nur für eine verschwindend kleine Zeit sich durch den zuleitenden Bogen abgleicht. Ein Beispiel bietet Figur 9.

b. Unipolare[1]) Zuleitung des Momentanstroms.

11. Wie die mannigfachste Variirung des Versuchsverfahrens lehrte, hängen die Erscheinungen bei unipolarer Zuleitung in einem wesentlichen Theile davon ab, ob die eingesteckte Platinelectrode und der Kerndraht zwischen je zwei Schliessungen des polarisirenden Stromes eine metallische Verbindung behalten oder nicht. Letzteres ist der Fall, wenn die polarisirende Kette ohne Nebenschliessung angewandt, oder wenn beim Gebrauch einer Nebenschliessung der „Reizcontact" des Rheotoms zwischen diese und den Kernleiter eingeschaltet wird, ersteres dagegen, wenn der Reizcontact zwischen Nebenschliessung und Kette spielt.

In diesem letzteren Falle ist nun alles wie bei bipolarer Zuleitung, im ersteren dagegen fehlt die zweite Phase, und die erste ist schwächer als sonst. Auf die Stärke der ersten Phase hat es auch Einfluss, ob zwischen zwei Versuchen die Electroden einen metallischen Bogen haben oder nicht, d. h. ob der den Strom zulassende Schlüssel einfach oder als Nebenschliessung angebracht ist; ist letzteres der Fall, so ist die Erscheinung stärker[2]).

1) Vgl. oben S. 6.

2) Vgl. auch die Bemerkungen in diesem Archiv Bd. VI, S. 315 f.

12. Der Einfluss der Verschiebung der ersten Electrode auf die Lage des Maximums der ersten Phase zeigt sich stets sehr schön, mag die zweite vorhanden sein oder nicht. Fehlt letztere, so hat meist dennoch die Verschiebung der zweiten Electrode einen Einfluss auf den Abfall der ersten Phase; letzterer wird nämlich bei grösserer Nähe der zweiten Electrode steiler.

Beispiele unipolarer Zuleitung bietet Figur 7, in welcher Curve A mit Reizcontact zwischen Kette und Nebenschliessung gewonnen ist, B und C ohne Nebenschliessung und mit verschiedener Stellung der zweiten Electrode. Ein anderes Beispiel s. in Figur 8, mit äusserst entfernter erster Electrode.

2) Uebersponnener Platindraht, dessen Hülle mit Zinksulphatlösung getränkt ist.

13. Bei diesem Verfahren (dem ursprünglichen Matteucci-schen Modell) wurden amalgamirte Zinkhaken, welche dem horizontal ausgespannten Drahte aufgelegt werden, als zu- und ableitende Electroden benutzt. Die Versuche sind, weil der Draht mit einem Pinsel fortwährend benetzt werden muss, seine Flüssigkeitsschicht also in ihrem Widerstande etwas wechselt, nicht ganz so exact wie mit dem Rohre, aber doch sehr gut durchführbar. Für die Zukunft würde es sich vielleicht empfehlen der Zinklösung einen Zusatz zu geben, welcher gestattet eine etwas dickere Schicht haltbar aufzutragen.

Auch hier wurden die Versuche sowohl mit unipolarer wie mit bipolarer Stromzuleitung angestellt, und in mannigfachster Weise variirt. Die Resultate sind im Princip genau dieselben wie in den Rohrversuchen. Es genügt daher, die Unterschiede des Verhaltens anzuführen. Diese bestehen wesentlich darin, dass man hier bei näheren Lagen der ableitenden Electroden dasselbe sieht, wie am Rohre bei entfernteren Lagen. Also vor Allem bleibt die zweite Phase schon bei ziemlich nahen Electroden leicht aus, oder giebt sich nur durch doppelsinnige Ablenkungen zu erkennen (vgl. oben sub 5), bei sehr nahen Electroden wird sie dagegen stets beobachtet. Ebenso bedarf es keiner so grossen Entfernung der abgeleiteten Strecke wie beim Rohr, um das Maximum der ersten Phase flacher und undeutlicher zu machen. Kurz gesagt: Der Draht mit sehr dünner Flüssigkeitshülle verhält sich wie derjenige

mit dicker Hülle; nur entsprechen kurze Strecken des ersteren langen des letzteren. Dies bestätigt sich auch darin, dass die zeitliche Verschiebung des Maximums mit der Lage der ersten ableitenden Electrode, d. h. die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Vorganges, bei dünner Hülle geringer ist als bei dicker (s. unten).

Die erste Phase tritt verhältnissmässig spät ein (Maximum fast stets nach der Contactzeit); der Abfall derselben ist, mag die zweite Phase auftreten oder nicht, bei diesen Versuchen stets viel weniger steil als bei den Rohrversuchen. Bei unipolarer Zuleitung wurden die oben erwähnten doppelsinnigen Ablenkungen nie beobachtet, was allerdings vielleicht nur ein Zufall sein mag.

Ein Beispiel giebt Figur 6 und zwar mit entfernterer Electrodenstellung, so dass die zweite Phase fehlt.

3) Einige andere Combinationen von Metall und Flüssigkeit.

14. Platindraht in verdünnter Schwefelsäure (5%) statt in Zinksulphat. Als Electroden dienten hier Röhrenelectroden mit Thonspitzen (Zinksulphat-Thon), welche auf die bis zum Rande gefüllten Rohransätze aufgesetzt wurden. Die Erscheinungen sind genau die gleichen, wie bei Zinksulphat. Einige Male wurde jedoch bei dieser Combination die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass die zweite Phase gleich nach ihrem Auftreten auf Null zurückging und während des Rheotomumganges noch mehrere Male periodisch wiederkehrte.

15. Platindraht in rauchender Salpetersäure. Electroden wie oben. Die Erscheinung beschränkt sich auf die erste Phase, welche fast ganz in die Schlusszeit fällt, und ist ausserordentlich schwach; von der zweiten Phase sind höchstens zweifelhafte Spuren vorhanden.

16. Kupferdraht in Zinksulphatlösung. Electroden wie gewöhnlich nackte Zinkhaken. Die beiden Phasen sind auf der Anodenseite der polarisirten Strecke sehr schön und wie gewöhnlich vorhanden; auf der Cathodenseite sind sie bedeutend schwächer und zuweilen unregelmässig. Für die Regelmässigkeit der Resultate ist es gut, den Strom vor jedem Versuche erst einige Zeit ununterbrochen durch die intrapolare Strecke gehen zu lassen[1].

---

1) Bezüglich des Verhaltens des ruhenden Electrotonus bei Kupferdraht in Zinksulphat hat S. Tschirjew eine kurze beiläufige Angabe in einer

17. **Amalgamirter Zinkdraht in Zinksulphatlösung.** Wie von vornherein zu erwarten war, keine Wirkung.

18. **Amalgamirter Zinkdraht in 5% Schwefelsäure.** Wegen Gasentwicklung sind die Versuche unausführbar.

19. **Amalgamirter Zinkdraht in halb gesättigter Chlornatriumlösung.** Electroden wie bei 14. Auf der Anodenseite kräftige erste Phase, zweite Phase fehlt oder ist nur angedeutet; auf der Cathodenseite überhaupt nur sehr schwache Wirkung.

D. Theoretische Betrachtung der Versuchsergebnisse.

Das hauptsächlichste Resultat der Versuche besteht darin, dass ein dem Kernleiter zugeführter momentaner Strom einen **wellenförmig sich fortpflanzenden galvanischen Vorgang** zur Folge hat.

Es wäre durchaus nichts Neues oder Merkwürdiges, wenn nur festgestellt würde, dass bei Schliessung des polarisirenden Stromes dessen extrapolare electrotonische Zweige nicht momentan an allen Stellen vorhanden wären, sondern diese Ausbreitung Zeit beanspruchte. Ich habe schon bei einem früheren Anlass hervorge-

älteren Arbeit von mir, deren zahlreiche übrige Angaben er nicht anzutasten vermag, nicht bestätigt gefunden (Arch. f. Anat. und Physiol., physiol. Abth. 1883. Supplementbd. S. 297). Anstatt nun zu erwägen, dass bekanntlich Kupfer eine äusserst wechselnde Oberflächenbeschaffenheit hat und daher in Polarisationserscheinungen bei weitem nicht die Regelmässigkeit des amalgamirten Zinks besitzt, zieht es dieser Schriftsteller vor, meine Glaubwürdigkeit schmähend zu verdächtigen. Der übrige Inhalt dieses Aufsatzes enthält nicht das Mindeste, was die Frage des Electrotonus förderte, oder geeignet wäre, „dem Meister die kostbare Zeit zu ersparen", wie der Verf. prätendirt; die Angriffe gegen meine Erklärung des Electrotonus sind so leicht zu widerlegen und bei Jemand der die „positive Polarisation" der Nerven und Muskeln blindlings acceptirt, so wenig geeignet Andere irre zu machen, dass ich es vorziehe, diese neueste Leistung des genannten Schriftstellers schweigend zu seinen früheren wohlbekannten electrophysiologischen Bemühungen zu legen. Dass dieser schwächliche Schmähartikel in dem Jubelband für Herrn E. du Bois-Reymond Aufnahme finden konnte, zu welchem der Veranstalter, Herr H. Munk mich selber beizutragen aufforderte, ist zwar bezeichnend, aber für mich, der ich den Tact des Veranstalters und die Wünsche des Gefeierten von vornherein richtig taxirte, nicht wunderbar.

hoben[1]), dass ein solcher Zeitverbrauch von vornherein keineswegs unwahrscheinlich wäre, da die Ausbreitung auf Polarisation des metallischen Kerns beruht, diese aber möglicherweise nicht im Momente des Stromschlusses in genügender Grösse vorhanden ist. Andrerseits freilich ist es ebenso gut denkbar, dass die Strombildung an sich schon unter der Einwirkung des auf der Polarisationsconstante beruhenden Uebergangswiderstandes sich vollzieht.

Allein das was die vorstehenden Versuche zeigen, ist etwas ganz Anderes. Wir sehen zu einer Zeit, wo der polarisirende Strom schon geöffnet ist, eine ihm gleichsinnige Wirkung an entfernteren extrapolaren Stellen erst beginnen oder wenigstens ihr Maximum erreichen. Diese Erscheinung kann unmöglich als blosse Stromschleife des polarisirenden Stromes betrachtet werden, welcher zur Zeit längst geöffnet ist (vergl. sub 7 und 10).

In einer früheren Arbeit[2]) habe ich gezeigt, dass während des Geschlossenseins und kurze Zeit nach der Oeffnung des polarisirenden Stromes die extrapolaren Strecken Sitz polarisatorischer Abgleichungsströme sind, welche, von einem gewissen „Wendepunct" ab nach aussen, dem polarisirenden Strome gleich gerichtet sind, während sie innerhalb der Wendepuncte, sowie in der intrapolaren Strecke dem polarisirenden Strome entgegengesetzt sind. Der Wendepunct liegt, wie ich gezeigt habe, bei dünner Flüssigkeitshülle an der zuleitenden Electrode selbst, und rückt mit zunehmender Schichtdicke nach aussen, macht aber ausserdem häufig eine zeitliche Wanderung nach aussen[3]).

Diese gleichsinnige Wirksamkeit lässt also den extrapolaren Stromzweig scheinbar auch nach Oeffnung des polarisirenden Stromes eine Zeit lang fortbestehen. Aber die Entstehung dieser Wirksamkeit setzt doch voraus, dass Zweige des polarisirenden Stromes während dessen Bestehens eine Zeit lang in die extrapolaren Kernstrecken eingetreten seien, um sie zu polarisiren. Wir besitzen jedoch unzweifelhafte Fälle, in welchen die erste Phase erst nach Oeffnung des polarisirenden Stromes beginnt. Freilich sieht man in solchen Fällen die oben sub 1 erwähnte Umbiegung der zweiten Phase gegen die Abscissenaxe in der

---

1) Vgl. dies Archiv Bd. XXIV, S. 284, Anm.

2) Dies Archiv Bd. XXXIII, S. 142 ff., 162 ff.

3) Vgl. a. a. O. S. 150, Anm.

Regel schon während der Schliessungszeit eintreten, aber die Ueberschreitung der Abscissenaxe, also einen wirklichen Strom von der Richtung des polarisirenden, erst nach Oeffnung des letzteren sich einstellen. In andern Fällen zeigt sich dieser (d. h. die erste Phase) während der Contactzeit durch doppelsinnige Ablenkungen an (vgl. sub 5).

Schon in meiner ersten, vor 13 Jahren gegebenen Betrachtung des vorliegenden Falles[1]) habe ich darauf hingewiesen, dass die Betrachtung der Erscheinungen am Kernleiter als Stromschleifen des polarisirenden Stromes wohl für den stationären Zustand ausreicht, aber vielleicht nicht für die Ausbildung des Zustandes. Noch heute bin ich dieser Meinung, und glaube weiter, dass die Theorie der galvanischen Polarisation noch nicht genügend ausgebildet ist, um eine Lösung dieser Aufgabe zu versuchen. Die dereinstige Theorie könnte aber sehr wohl ergeben, dass aus dem Princip der Polarisation eine Art elastisch wellenartigen Ablaufs galvanischer Vorgänge sich herleiten lassen wird, wie solche auf dem Gebiete der Electricität bisher nur im Bereiche der Influenz und der Induction bekannt sind. Ruft doch der Strom durch Polarisation ebensogut wie durch Induction bei seiner Entstehung etwas ihm Entgegenwirkendes hervor.

Indem wir dies der Zukunft überlassen, kehren wir zu unseren Thatsachen zurück, und betrachten zunächst die zweite Phase. Bei ihrer ersten Auffindung glaubte ich, wie oben angedeutet, dass dieselbe, ähnlich wie die zweite Phase des doppelsinnigen Actionsstromes der Muskeln und Nerven, davon herrührt, dass diejenige wellenförmig vorrückende Veränderung, welche, an der ersten Electrode angelangt, die erste Phase machte, an der zweiten anlangend und gleichzeitig an der ersten erloschen oder stark vermindert eine entgegengesetzte Phase hervorbrächte. Stellen wir uns z. B. einen Momentanstrom vor, von dessen anodischer Extrapolarstrecke wir ableiten, so wäre es denkbar, dass die positive Polarisation, welche unter der Anode am Kerndraht entsteht, als eine wellenförmige momentane Phase über den Draht abliefe, also zwischen zwei extrapolaren Ableitungsstellen zuerst einen dem polarisirenden gleichsinnigen, dann einen entgegengesetzten Strom hervorbrächte. Diese Auffassung wurde dadurch begünstigt, dass

1) Dies Archiv Bd. V, S. 270 ff. und Taf. V. Fig. IV b.

erstens die aus dem Zeitunterschied zwischen den Maximis beider Phasen berechnete Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle übereinzustimmen schien mit derjenigen Geschwindigkeit, welche aus der Verschiebung des Maximums der ersten Phase mit der Lage der ersten Electrode berechnet wurde, und dass zweitens die Zeit der zweiten Phase in erheblichem Grade von der Lage der zweiten Electrode abhing (vgl. oben sub 3).

Allein immer weiter zergliedernde Versuche führten alsbald dazu, diese Auffassung zu verlassen. Schon oben (S. 8) ist angeführt, dass die Art des Auslaufens der zweiten Phase gegen dieselbe sprach. Ferner zeigte sich, dass bei bipolarer Zuleitung des Stromes die Erscheinung der Phasen nicht, wie ich anfangs gefürchtet hatte (ich hatte deshalb mit unipolarer Zuleitung als dem vermeintlich einfacheren Fall begonnen) complicirter, sondern im Gegentheil regelmässiger wurde, dass namentlich keine Einmischung einer entgegengesetzten, von der entfernteren polarisirenden Electrode ausgehenden Welle beobachtet wurde.

Entscheidender aber waren die Versuche mit beständiger Schliessung des polarisirenden Stromes und rheotomischer Unterbrechung der Continuität des Platindrahts zwischen durchflossener und abgeleiteter Strecke (vgl. oben sub 9). Hier blieb die zweite Phase ausnahmslos aus, während an der ersten sich Nichts änderte. Dies beweist, dass die zweite Phase lediglich von Vorgängen in der intrapolaren Strecke herrührt, welche mit den Oeffnungen des polarisirenden Stromes zusammenhängen.

Aus meinen früheren Untersuchungen am Kernleiter[1]) wusste ich, dass in den Fällen, wo zwei entgegengesetzt polarisirte Strecken am Drahtkern vorhanden sind, ein dem polarisirenden Strome entgegengesetzter intra- und extrapolarer Strom sich entwickelt, welcher bei permanentem Schluss des polarisirenden Stromes die extrapolaren Ablenkungen bis zu einem gewissen Betrage zurückgehen macht, und nach Oeffnung des ersteren als Gegenstrom rein hervortritt. Dieser Strom rührt, wie früher nachgewiesen wurde, her von der Abgleichung der beiden entgegengesetzten Polarisationen durch die Flüssigkeit. So gut nun wie der polarisirende Strom selbst eine ihm gleichläufige Welle über den Leiter hin entsendet, konnte auch der nach seiner Oeffnung frei werdende

1) Vgl. dies Archiv Bd. VI, S. 312 ff., Bd. XXXIII, S. 147 ff.

entgegengesetzte Polarisationsstrom eine solche veranlassen oder auch eine vergleichsweise dauernde Wirkung auf die ableitenden Electroden ausüben, und dies könnte die Ursache der zweiten Phase sein.

Dass in der That die zweite Phase von dem Oeffnungsgegenstrom des Kernleiters herrührt, wird ausser durch ihr Ausbleiben bei blosser Kernunterbrechung, noch durch viele andere Umstände bewiesen. Vor Allem dadurch, dass bei einer Combination, welche fast nur einseitig polarisirbar ist, nämlich Zinkdraht in Chlornatriumlösung, die zweite Phase meist fehlt. Noch beweisender ist das Verhalten der gewöhnlichen Combinationen (Platindraht in Zinksulphat oder Schwefelsäure) bei unipolarer Zuleitung. Hier fehlt, wie oben angeführt, die zweite Phase, wenn der zuleitende Bogen zwischen zwei Durchströmungen wirklich geöffnet wird, stets vollkommen, ist dagegen ebenso regelmässig vorhanden, wenn zwischen zwei Durchströmungen die Platinelectrode mit dem Kerndraht metallisch verbunden bleibt (vgl. oben sub 11). Es fehlt also die zweite Phase jedesmal, wenn die Gelegenheit zur Abgleichung der beiden entgegengesetzten Polarisationen fehlt, welche hier einander gegenüber am Kerndraht und an der eingesteckten Electrode ihren Sitz haben; ist der metallische Bogen geöffnet, so kann diese Abgleichung nicht stattfinden, während sie es bei bipolarer Zuleitung natürlich stets kann, weil beide Polarisationen am Kerndraht sitzen. Ganz ebenso wie hier die zweite Phase, blieb in meinen älteren Versuchen unter entsprechenden Umständen Schwächung und Gegenstrom aus[1]).

Die Ursache der zweiten Phase ist hierdurch so sicher bewiesen, dass der Umstand, welcher anfangs auf einen anderen Ursprung hinzudeuten schien, nämlich ihre zeitliche Verschiebung mit der Lage der zweiten Electrode, dagegen nicht in Betracht kommen kann. Es muss also eine andere Erklärung dieses Umstandes gesucht werden. Dieselbe liegt höchst wahrscheinlich in dem Einfluss der Spannweite des ableitenden extrapolaren Bogens. Bei grösserer Spannweite ist zu erwarten, dass die erste Phase einen längeren Bestand hat als bei kleinerer, weil die Welle längere Zeit im Bereich der Ableitung verbleibt; hierdurch aber muss sich der Durchbruch der zweiten Phase weiter hinausschieben.

1) Vgl. dies Archiv Bd. VI, S. 313 ff.

Auf diese Weise erklären sich auch die übrigen sub 3 angeführten Einflüsse der Verschiebung der zweiten Electrode bei festliegender erster sehr befriedigend, ebenso der sub 12 erwähnte Umstand, dass auch bei fehlender zweiter Phase die Stellung der zweiten Electrode, d. h. die Spannweite des ableitenden Bogens, den Abfall der ersten Phase beeinflusst.

Auch die oben erwähnten doppelsinnigen Ablenkungen sind nunmehr sehr leicht zu verstehen. Während des Versuches bildet sich durch die rasche Aufeinanderfolge der momentanen Schliessungen des polarisirenden Stromes die Polarisation des Kerndrahtes immer stärker aus; die zweite Phase wird also innerhalb gewisser Grenzen immer stärker, während die erste in gleichem Masse schwächer wird. Es ist also begreiflich, dass bei den dem Uebergange entsprechenden Einstellungen des Rheotoms die Ablenkung bei Zulassung des polarisirenden Stromes zuerst im Sinne desselben und dann in entgegengesetztem Sinne auftritt. So erklärt sich auch der gewissermassen complementäre Character der Ablenkung, welche nach Oeffnung des polarisirenden Stromes beobachtet wird.

Die zweite Phase ist also, kurz ausgedrückt, nichts Anderes als der vergleichsweise beharrende Zustand, in welchen der Kernleiter durch die Polarisation in Folge der rasch wiederholten Momentanschliessungen des polarisirenden Stromes geräth. Die erste Phase aber ist die auf diesen Zustand sich superponirende wellenförmig ablaufende Wirkung jeder einzelnen Momentanschliessung. Letztere tritt völlig rein auf, wenn die beiden entgegengesetzten Polarisationen des Kerndrahtes sich nicht abgleichen können, oder wenn überhaupt nur Eine Polarisation vorhanden ist, also wenn ein Bipolarstrom [1]) nicht zu Stande kommen kann.

Die übrigen oben mitgetheilten Thatsachen können mit wenigen Worten erledigt werden. Dass ein amalgamirter Zinkdraht in Zinksulphatlösung von den besprochenen Erscheinungen keine Spur zeigt, erklärt sich einfach daraus, dass hier wegen mangelnder Polarisation überhaupt keine extrapolare Ausbreitung stattfindet. Annähernd verhält sich ebenso ein Platindraht in rauchender Salpetersäure. Ein Kupferdraht in Zinksulphat, welcher theoretisch eigentlich nur einseitig polarisirbar sein, also auf der

1) Vgl. dies Archiv Bd. XXXIII, S. 148 ff.

Anodenseite die erste Phase allein, auf der Cathodenseite Nichts zeigen sollte, zeigt, weil das Kupfer meist auch durch Sauerstoff etwas polarisirt wird, auf der Anodenseite beide Phasen, auf der Cathodenseite meist ebenfalls, aber bedeutend schwächer; dieselbe Bemerkung gilt für einen Zinkdraht in Chlornatriumlösung.

Schliesslich ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle, welche die erste Phase hervorbringt, von grossem Interesse. Man findet dieselbe aus je zwei sonst gleichen Versuchen mit verschiedener Stellung der ersten Electrode, wenn man den Abstand beider Stellungen durch die Zeitdifferenz des Maximums der ersten Phase dividirt. Aber diese Bestimmung ist aus mehreren Gründen ungenau: erstens weil, wie soeben gezeigt ist, auch die Spannweite des ableitenden Bogens von Einfluss auf die Lage des Maximums ist; zweitens weil die Welle bei ihrem Ablauf über den Kernleiter beständig an Intensität abnimmt und bei grosser Entfernung der Ableitung schliesslich völlig verstreicht (vgl. oben sub 4). Je weniger scharf aber das Maximum ist, um so weniger genau lässt sich seine Lage bestimmen. Die Berechnung der Geschwindigkeit aus unseren zahlreichen Versuchen ergiebt meist Werthe zwischen 20 und 65 m per Secunde. Es lässt sich vor der Hand nicht angeben, ob diese Geschwindigkeit eine Constante ist, resp. von welchen Grössen sie abhängt. Nur sowiel kann mit einiger Gewissheit gesagt werden, dass sie von der Intensität des polarisirenden Stromes unabhängig ist, dagegen bei dünner Flüssigkeitshülle geringer ist als bei dicker (vgl. sub 13).

E. Schlussbemerkung.

Die Bedeutung der vorstehenden Versuchsergebnisse scheint mir darin zu liegen, dass sie zum ersten Male die Aussicht eröffnen, eine der wichtigsten Eigenschaften der Nerven- und Muskelfaser, nämlich die Fortpflanzung der Erregung, auf rein physicalische Vorgänge zurückzuführen, welches auch die oben noch offen gelassene theoretische Erklärung des wellenförmigen Ablaufes unsrer Erscheinung sein möge. Wir sehen an einem aus einer Kern- und Hüllensubstanz mit polarisirbarer Grenzfläche bestehenden Leiter, sobald einer Stelle desselben ein momentaner Strom zugeleitet wird, diesen Strom successive an jeder anderen Stelle ebenfalls in

gleichem Sinne für einen Moment auftreten, und zwar an jeder entfernteren Stelle später, und an entfernten zu einer Zeit, wo er an der primär durchströmten Stelle längst erloschen ist. An der Muskel- und Nervenfaser sehen wir durch eine locale Erregung einen momentanen Strom von bestimmter Richtung (den Actionsstrom) entstehen, und beobachten dann an jeder anderen Stelle das successive Auftreten des gleichen Stromes, welcher offenbar das Wesentliche der Erregung ausmacht. Auch an der Nerven- und Muskelfaser haben wir jene Combination einer Kern- und einer Hüllensubstanz mit polarisirbarer Grenzfläche und zwar, wie eine schon abgeschlossene und bald zu publicirende Untersuchung zeigen wird, mit einer ungemein hohen Polarisationsconstante, welche unvergleichlich höher ist als die zwischen irgendwelchen bisher untersuchten Combinationen von Leitern zweiter Klasse. Dass die von uns beobachteten Fortpflanzungsgeschwindigkeiten von annähernd gleicher Ordnung sind mit denjenigen der Erregung in den thierischen Fasern, mag vielleicht blosser Zufall sein[1]).

So weit die Analogien. Ein wesentlicher Unterschied liegt darin, dass der wellenförmig ablaufende Actionsstrom sich mit gleichbleibender Intensität, unsere Erscheinung aber mit abnehmender Intensität fortpflanzt. Dieser Unterschied ist aber keineswegs ausreichend, um jene Analogie umzustossen; weitere Untersuchungen mit möglichst variirten Combinationen werden vielleicht Uebergänge aufweisen und über den Grund belehren.

Ein weit schwierigerer Punct liegt darin, dass der bei Erregung einer Nervenstelle auftretende Actionsstrom eigentlich aus zwei räumlich getrennten und einander entgegengesetzten Strömen besteht, welche sich in gleicher Weise einander folgend ausbreiten. Es scheint mir nicht unausführbar, ähnliche Verhältnisse am Kernleiter hervorzubringen und das Verhalten zu prüfen.

Obgleich ich die Möglichkeit nicht verkenne, dass die von uns studirte Erscheinung schliesslich doch als völlig andrer Art sich herausstellen wird, als diejenige, zu deren Aufklärung die

---

1) Hier sei erwähnt, dass die Frage, ob auch der Nerv die am Kernleiter beobachteten Erscheinungen zeigt, in Angriff genommen, aber bis jetzt nicht erledigt ist. Hierher würde auch eine freilich von ganz anderen Gesichtspuncten aus angestellte Versuchsreihe von Bernstein gehören (Monatsbericht d. Berliner Acad. 1880, S. 186).

Untersuchung unternommen wurde, muss ich doch gestehen, dass sie meine Hoffnung, der Lösung des lange verfolgten Problems etwas näher zu rücken, erheblich ermuthigt hat.

Erläuterung zur Curventafel.

In den als Beispiele mitgetheilten Curven bedeuten die Abscissen die Zeit, ausgedrückt in Theilstrichen (Hundertstel) des Rheotomumganges; der Werth eines Theilstriches ist jeder Figur beigefügt. Die Ordinaten sind die Ablenkungen in Scalentheilen, und zwar in verschiedenem Maassstabe je nach Ausdehnung der Curve. Die Puncte sind die wirklich beobachteten Werthe, welche durch Curvenzüge mit einander verbunden worden sind. In Fällen doppelsinniger Ablenkung ist der Bereich, in welchem sich beide Ablenkungen bewegen, durch eine verticale Linie bezeichnet Alle Ordinaten oberhalb der Abscissenaxe bedeuten dem polarisirenden Strome gleichsinnige Ablenkungen, diejenigen unter der Abscissenaxe gegensinnige.

Die starke horizontale Linie auf jeder Abscissenaxe bezeichnet die Contactzeit im betr. Versuch (vgl. oben S. 7 und 9).

Die jedem Versuch beigefügten Schemata bezeichnen die Lage der Electroden und zwar sind p, p' die polarisirenden, a, b die ableitenden; die Zahlen zwischen denselben bedeuten den Abstand in Centimetern.

Die Bedeutung der einzelnen Beispiele ist aus ihrer Erwähnung im Text zu ersehen.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Noch einmal das Verhalten des kindlichen Brustkastens bei der Geburt.

Von

L. Hermann.

Zu meinem Bedauern nöthigt mich ein kürzlich erschienener Aufsatz von Bernstein[1]), noch einmal auf eine Frage zurückzukommen, welche ich als durch einfache Versuche vollkommen entschieden betrachtete. Ich bin überrascht, dass Bernstein von seiner ursprünglichen Behauptung, dass der kindliche Brustkasten nach der ersten Athmung die volle Aspiration des Erwachsenen, nämlich 81—95 mm Wasser, besitzt, im Grunde Nichts zurücknimmt, obgleich ich gezeigt habe, dass der Neugeborene nach der ersten Athmung noch gar keine Aspiration besitzt, sondern diese sich erst allmählich entwickelt, und obgleich auch aus den Angaben des erfahrenen Casper sich ergiebt, dass bei Neugeborenen, welche geathmet haben, die Brusteingeweide den eröffneten Thorax vollständig ausfüllen[2]).

Bernstein hat, statt wie ich den Donders'schen Versuch an Leichen von Neugeborenen, welche geathmet haben, anzustellen, anectatische Lungen mit grosser Gewalt aufgeblasen, und dann nach Oeffnung des Thorax den Donders'schen Druck so hoch gefunden wie beim Erwachsenen, offenbar durch Ueberdehnung des Thorax. Er hat so ein unrichtiges Resultat gewonnen, das er natürlich nur durch unrichtige Annahmen erklären konnte. Noch heute hält er das rohe Verfahren des künstlichen Aufblasens für richtig, obgleich ich und auch K. B. Lehmann[3]) gezeigt haben, dass man durch Aufblasen jeden beliebigen Grad von Donders'schem Druck hervorbringen kann, innerhalb einer Grenze die immer noch unter der bis jetzt unaufgeklärten hohen Angabe Bernstein's

1) Dies Archiv Bd. XXXIV, S. 21.

2) Dies Archiv Bd. XXX, S. 282.

3) Dies Archiv Bd. XXXIII, S. 200.

liegt. Noch heute vertheidigt er jenes Verfahren, obgleich er selber bei einem achttägigen Kinde nunmehr nur 26 mm Druck findet, ein Versuch den er — man möchte es kaum glauben — nicht gegen sich selbst, sondern gegen mich geltend macht.

Die Einwände, welche Bernstein gegen meine Versuche erhebt, sind sämmtlich nichtig.

Erstens meint er, die Frage, welchen Einfluss die erste Athmung auf den Thorax ausübt, könne nicht an Leichen von Kindern, welche geathmet haben, entschieden werden, weil die Individuen fast nie gesund waren. Hierüber kann ich ihn leicht beruhigen. Bei sämmtlichen von mir verwertheten Leichen Neugeborener war mir aus der Gebäranstalt der Vermerk zugegangen: „hat nach der Geburt kräftig geathmet," „hat mehrere Stunden kräftig geathmet" u. dgl., und die Lungen zeigten keinerlei Abnormität. Wer also wird ihm zugeben, dass so gewonnene Ergebnisse nicht vollwerthig sind, und dass Versuche mit Aufblasung, welche jeden Grad von Donders'schem Druck künstlich erzeugen können, massgebender seien? Und nun gar die Kinder, welche nach mehrtägigem kräftigen Athmen von mir untersucht wurden! Soll auch da die Athmung weniger natürlich gewesen sein, als die gewaltsame Handhabung des Blasebalgs?

Meine eigenen Versuche mit Aufblasung bemängelt Bernstein, weil sie seiner Meinung nach weniger kräftig entfaltend gewirkt hätten, als die spontane Athmung des Kindes. Er übersieht aber, dass meine Aufblaseversuche lediglich zur Aufklärung über die seinigen angestellt sind, und nicht im mindesten zur Entscheidung der Hauptfrage, ob der Neugeborene Aspiration besitzt. Hierfür habe ich eben die spontane, natürliche Athmung vorgezogen. Wenn ich ferner meine, dass die gewaltsame Aufblasung mit dem Blasebalg den Thorax überdehnt, so ist das nichts weniger als eine Anerkennung der „Richtigkeit seiner Theorie für diesen speciellen Fall". Denn dass man künstlich jedes elastische Gebilde überdehnen kann, wird Niemandem zu bezweifeln einfallen.

Weiter meint Bernstein, der Donders'sche Versuch sei für die Frage überhaupt nicht massgebend, weil die zarte, weniger elastische Lunge des Neugeborenen das Manometer nicht so hoch treiben kann, als es unter sonst gleichen Umständen die derbere Lunge des Erwachsenen thun würde. Seltsam, dass grade Bernstein selber bei seinem Verfahren an der zarten Lunge des Neu-

geborenen einen Donders'schen Druck von gegen 90 mm Wasser fand! Und weiter: was wollen wir denn anders bestimmen, als die durch die Elasticität der Lunge bedingte Aspiration des Thorax? Wenn die jugendliche Lunge zu wenig Elasticität hat, um das Manometer ordentlich in die Höhe zu treiben, so hat sie genau eben so viel weniger Kraft um am Herzen und an den Venen zu saugen. Für die Messung der Aspiration bleibt also immer das Donders'sche Verfahren das einzig brauchbare, so lange nicht ein Verfahren erfunden ist, um den Druck im Pleuraraum selber fehlerfrei zu messen. Aber nicht allein die Deutung meiner der seinigen so sehr widersprechenden Angabe sucht Bernstein zu bekämpfen, sondern er verdächtigt auch, was allerdings viel eindrucksvoller ist, ihre Richtigkeit. Freilich sollte man erwarten, dass er selber mit neuen Versuchen an Kinderleichen hervorträte, welche auch ohne Blasebalg den hohen Druck von 81—95 mm Wasser ergeben hätten. Aber von den beigebrachten zwei Versuchen gehört der eine (S. 32) überhaupt nicht zur Sache, weil das Kind weder geathmet hatte, noch künstlich aufgeblasen war; der zweite aber (S. 34) ist der schon oben erwähnte, der Jeden in Erstaunen setzen muss, dass er den Verf. nicht veranlasste seinen grossen Irrthum rückhaltlos einzugestehen. Man höre nun, wie die 26 mm Druck, welche Bernstein an einem 8—9tägigen Kinde fand, gegen mich verwerthet werden. Ich hatte die allmähliche Entwicklung des Donders'schen Druckes u. A. daraus geschlossen, dass ich bei einem viertägigen Kinde noch keine deutliche Spur, an einem achttägigen nur 6 mm gefunden hatte. Lehmann, welcher auf meinen Wunsch den Gegenstand weiter verfolgte, fand bei einem 1tägigen Kinde 3—4 mm, bei einem 27tägigen 16 mm, bei einem $4^1/_2$tägigen 20 mm Wasser. Jeder Unbefangene wird aus diesen Zahlen, mit Einschluss der Bernstein'schen, den Schluss ziehen, dass die allmähliche Entwicklung der Aspiration bei den einzelnen Kindern einen verschieden schnellen, wahrscheinlich durch mannigfache Umstände beeinflussten Gang nimmt[1]). Bernstein aber zieht es vor, den Lehmann'schen Fall mit 20 mm nach $4^1/_2$ Tagen einen „positiven", den meinigen mit 6 mm nach 8 Tagen einen

1) Ich möchte bei dieser Gelegenheit nachdrücklich hervorheben, dass für die Resultate der Donders'schen Druckmessung viel darauf ankommt, wie die Leiche vor Oeffnung des Thorax gelagert, und ob etwa die Bauchhöhle geöffnet ist.

„negativen“ zu nennen, und so zwischen Lehmann's und meinen Versuchen, obgleich alle Uebergänge vertreten sind, einen Gegensatz künstlich zu construiren, und das Alles, nachdem er einen einzigen Fall selbst untersucht hat. Gradezu erheiternd aber wirkt es, wenn Bernstein zur Verdächtigung meiner Resultate sich zu folgendem Ausspruch über die eingeschalteten Glashähne versteigt (beiläufig gesagt von ausgezeichneter Qualität mit Quereinsatz, grosser Schliffläche und sanftem Gange): „wenn ich auch annehme, dass dieselben vorher auf ihre Dichtigkeit geprüft waren, so ist doch nicht ausgeschlossen, dass sie nicht grade in dem betreffenden Momente versagten“. Solche Einwände macht man nicht einmal einem Anfänger im ersten Semester experimenteller Thätigkeit[1]). Und wenn wirklich jedesmal die tückischen Hähne im entscheidenden Momente versagt hätten, so hätte ich doch wenigstens ein Collabiren der Lungen sehen müssen, während ich das Gegentheil ausdrücklich angebe. Dass ich auch auf möglichste Verminderung des schädlichen Raumes stets selber bedacht war, konnte Bernstein aus verschiedenen Stellen in meiner und in Lehmann's Arbeit ersehen.

Bernstein's neue Versuche sind an 6 jungen Ziegen und 2 Schaflämmern angestellt, wie bekanntlich auch Lehmann in meinem Laboratorium die Frage an zahlreichen jungen Säugethieren, worunter 8 Ziegen, untersucht hat. Bernstein's Befunde hinsichtlich des Donders'schen Drucks sind durchgehends viel höher, etwa doppelt so hoch, wie diejenigen von Lehmann, wofür ich keine Erklärung weiss, da ich, trotz der Bemerkung in der letzten Note, nicht so bereit bin fremde Resultate zu verdächtigen wie Bernstein. Lehmann hat die schädlichen Räume so viel wie

1) Viel berechtigter wäre es vielleicht, wenn ich Bernstein fragte, ob er sich denn von dem cylindrischen Lumen und der gleichen Weite beider Schenkel seines Manometers genügend überzeugt hat, um allein den Stand im offenen Schenkel beobachten und dessen Ansteigen einfach mit 2 multipliciren zu dürfen. Was würde ferner Bernstein sagen, wenn ich sein Resultat dadurch verdächtigte, dass ich meine, es könnte „grade im Momente“ der Druckablesung jedesmal unversehens auf die Lunge gedrückt worden sein? Warum Bernstein (S. 32) vermuthet, ich hätte „grosse Manometer“ verwendet, ist mir nicht klar, da sowohl ich wie Lehmann stets von Vermeidung der schädlichen Räume, möglichst engem Manometer sprechen (vergl. z. B. Bd. XXX, S. 287). Unsre Manometer hatten eher ein engeres Lumen als das Bernstein'sche nach seiner Angabe hatte. Vgl. auch S. 31. Anm.

möglich vermieden, und dass dieselben sehr wenig Einfluss haben, zeigt sich sprechend an den Wirkungen der Eröffnung der zweiten Thoraxhälfte. Die zweite Lunge stellt, wie eine einfache Ueberlegung ergiebt, so lange sie verhindert ist, mit zu collabiren, einen relativ beträchtlichen schädlichen Raum dar, welcher in Wegfall kommt, sobald auch die zweite Thoraxseite geöffnet wird. Sehen wir nun, welchen Einfluss auf das Resultat diese zweite Eröffnung hat, wobei natürlich nur diejenigen Versuche berücksichtigt werden können, in welchen der Druck auch bei nur einseitigem Pneumothorax notirt ist.

Versuche von Lehmann (nur die an Ziegen sind berücksichtigt):

	Druck nach Oeffnung		Also Vermehrung bei der zweiten Oeffnung um		
	einseitig	zweiseitig			
No.	mm	mm	mm	oder %	Durchschnitt
1	11	11	0	0	11 %
2	10	14	4	28	
6	14	15	1	7	
7	15	18	3	17	
8	18	21	3	14	

Versuche von Bernstein (alle absoluten Zahlen sind mit 2 zu multipliciren), ebenfalls an Ziegen.

No.	einseitig mm	zweiseitig mm	mm	%	Durchschnitt
1	22	22	0	0	8 %
5	9	11	2	18	
6	16	17	1	6	

Ein schädlicher Raum, der ebenso gross ist wie derjenige, dessen Spannung gemessen werden soll, hat also in einigen Versuchen gar keinen, in andern einen allerdings merklich, aber selten über 18%, nie über 28% vermindernden Einfluss auf das Resultat. Entweder also sind ausserdem noch so ungeheure schädliche Räume im Spiel, dass der Raum einer ganzen Lunge dagegen kaum oder gar nicht in Betracht kommt, — und dann müssten grade in Bernstein's Versuchen die schädlichen Räume durchschnittlich noch grösser gewesen sein, als in Lehmann's Versuchen, denn bei ihm ist sowohl der Durchschnitts- als der maximale Einfluss der zweiten Eröffnung kleiner als bei Lehmann, — oder die Furcht vor den schädlichen Räumen ist überhaupt über-

trieben, und Bernstein hätte nicht nöthig gehabt, wegen dieser Furcht eine Vorrichtung zu perhorresciren, welche vor der Herstellung des Pneumothorax eine Ausgleichung des Druckes in den Athemwegen mit dem atmosphärischen ermöglicht[1]). Uebrigens hat schon Lehmann (a. a. O. S. 199) die Druckausgleichung ohne Seitenhahn in zweckmässiger Weise erreicht, indem er eine dünne Sonde zwischen Glasrohr und Kautschukschlauch einschob.

Wie aber auch die Differenz in Lehmann's und Bernstein's Befunden an Ziegen zu erklären sein mag, Lehmann's Resultat, dass der Donders'sche Druck bei jungen Ziegen durchgehends viel niedriger ist als bei erwachsenen, wird von Bernstein nicht angefochten, der gar keine Bestimmung an erwachsenen Thieren gemacht hat, und ferner geht aus Bernstein's eigenen Angaben hervor, dass der Donders'sche Druck in den ersten Lebenstagen auch bei der Ziege beträchtlich wächst. Es ist doch wohl nicht blosser Zufall, dass er findet:

bei den zwei jüngsten (2 und $2^1/_2$ Stunden nach der Geburt) 34 und 22 mm,
bei den zwei ältesten (2 und 5 Tage nach der Geburt) 42 und 44 mm.

Beim Menschen ist nach unseren Untersuchungen die Entwicklung der Aspiration eine überhaupt spätere als bei Thieren. Dies ist der naturgemässe Schluss, der aus der Gesammtheit der Thatsachen zu ziehen ist, und nicht im Mindesten besteht zwischen den Ergebnissen an Menschen und Thieren ein Gegensatz. Der Mensch hat bei der Geburt noch gar keine, und selbst nach 8 Tagen noch eine sehr geringe Aspiration, Ziegen und Schafe haben schon in den ersten Stunden geringe Grade und nach wenigen Tagen schon recht erhebliche, wenn auch noch lange nicht die definitive Aspiration. Andre analoge Unterschiede in der Entwicklung von Mensch und Thier sind schon längst bekannt.

Bernstein giebt aber überhaupt auf die Donders'sche Druckmessung wenig (über den — irrthümlichen — Grund s. o. S. 27 f.),

1) Da Bernstein vor der Eröffnung des Thorax nicht den Druck Null hat, sondern beliebige zufällige Drucke, über die er Nichts angiebt, so ist die Frage erlaubt, ob nicht etwa diese Drucke negativ waren, was sehr leicht vorkommt; dann wäre es natürlich kein Wunder wenn die Eröffnung der Brust das Manometer zum Steigen bringt.

sondern urtheilt hauptsächlich nach dem Verhältniss zwischen Thorax- und Lungenvolumen. Während ich, wenigstens für das menschliche Kind in den ersten Lebenstagen, mit Casper u. A. behaupte, dass sich die Lunge nach Oeffnung des Brustkastens gar nicht zurückzieht, führt uns Bernstein wie er glaubt dadurch ad absurdum, dass er zwischen Lunge und Thoraxwand bei jungen Thieren $2^1/_2$—3mal soviel Wasser eingiessen kann als das Volum der Lunge beträgt.

Bei meiner Anerkennung der Verdienste Bernstein's auf verschiedenen Gebieten der Physiologie konnte ich mich nicht genug über diese Wendung wundern. Ein einziger ungeborener Fötus hätte Bernstein über seinen unglaublichen Fehler belehren können. Eine reife menschliche Fötusleiche, die doch gewiss auch nach Bernstein keine Spur von Aspiration hat, gestattet bequem in den Thoraxraum jederseits mindestens 30, zuweilen aber bis 90 ccm Wasser einzugiessen. Nach Bernstein wäre hierdurch bewiesen, dass schon der Fötus Thoraxaspiration hat, während Bernstein doch selber das Gegentheil an die Spitze seiner Bemühungen setzt. Wenn man aber genauer zusieht, so findet man, dass das eingegossene Wasser, weit entfernt das natürliche Pleuralumen zu messen, die nachgiebigen Theile durch seinen hydrostatischen Druck von der Lunge abdrängt, und namentlich das Zwerchfell stark convex in die Bauchhöhle vorwölbt, besonders wenn diese eröffnet ist. In der That gelingt diese Eingiessung auch wenn man vor Oeffnung des Thorax die Luftröhre unterbunden hat, so dass die Lunge gar nicht collabiren kann. Bernstein's Volummessungen haben also für unsre Frage nicht den geringsten Werth.

Endlich wendet sich Bernstein gegen meine Bemerkung (Bd. XXX, S. 286), man könne sagen, dass der Brustkasten schneller wächst als die Lunge. Dies schien mir und scheint mir noch heute die natürlichste Auffassung der Thatsachen; ich war aber, wie aus der ganz beiläufigen Art wie ich diese Deutung ausspreche hervorgeht, weit entfernt, sie als die endgültige Lösung der Frage hinzustellen. Bernstein polemisirt nun gegen diese „Wachsthumstheorie", und zwar weil grade in den ersten Lebenstagen, wo das Wachsthum am stärksten ist, keine Zunahme der Aspiration zu constatiren sei. Zunächst bestreite ich letzteres, wie schon oben S. 31 gesagt, auf Grund von Bernstein's eigenen Zahlen. Zweitens aber ist dieser ganze Einwand nichtssagend.

Wer hat denn behauptet, dass die Entwickelung der Aspiration mit dem absoluten Wachsthum etwas zu thun habe? Es könnte sehr wohl zur Zeit des allerschnellsten Wachsthums die Lunge mit dem Thorax gleichen Schritt halten, und zur Zeit des allerlangsamsten hinter ihm zurückbleiben, ebensogut wie das Umgekehrte. Und ferner könnten, wie schon oben bemerkt, diese Verhältnisse beim Menschen ganz andere sein als bei der Ziege.

Bernstein selber hält es für wahrscheinlicher, dass eine Zunahme der Aspiration in der ersten Lebenszeit durch das Derberwerden des Lungengewebes bewirkt werde. Ich sehe aber in der einfachen Thatsache, dass beim Neugeborenen die Lunge nach Eröffnung des Thorax gar nicht collabirt, einen schlagenden Beweis, dass es sich wirklich um Aenderung des Verhältnisses der natürlichen Grösse von Lunge und Thorax handelt und nicht um Aenderung der Constante der elastischen Reaction.

Ich halte also auch nach der Bernstein'schen Arbeit meine Behauptung durchaus aufrecht, dass beim Menschen weder vor noch nach der ersten Athmung Aspiration des Thorax (in der Leichenstellung) vorhanden ist, und dass sich dieselbe nur sehr langsam, in Wochen, entwickelt, dass also beim Neugeborenen die Collapsluft fehlt und die Residualluft gleich der Minimalluft ist. Sollte Jemand bei einzelnen Neugeborenen den Donders'schen Druck, statt wie ich gleich Null, zu einigen Millimetern Wasser finden, so würde das am Resultate so gut wie Nichts ändern; bis jetzt liegt auch mit Einschluss der Bernstein'schen Versuche kein solcher Fall vor. Am wenigsten würde hiernach die ursprüngliche Bernstein'sche Angabe gerettet, dass der Neugeborene einen Druck von 81—95 mm habe.

Bernstein bemüht sich von Neuem einen angeblich von mir in meiner ersten Arbeit gemachten physicalischen Fehler mit gesperrten Worten hervorzuheben, obwohl derselbe einen gar nicht zur vorliegenden Frage gehörigen Punct betrifft, und obwohl ich eine Aufklärung gegeben habe, welche Jeden der nicht etwas darin sucht, einem Andern physicalische Fehler vorzuwerfen, befriedigen muss, von der aber Bernstein keine Notiz nimmt. Ich halte es für unerspriesslich, und für die Sache belanglos, zu untersuchen, auf welcher Seite in dieser Angelegenheit die Fehler gemacht worden sind.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Ueber eine electromotorische Eigenschaft des bebrüteten Hühnereies.

Von

L. Hermann und **A. von Gendre.**

Das Streben nach Ausdehnung unserer Kenntnisse über electromotorische Eigenschaften organisirter Gebilde leitete den Einen von uns auf die Hineinziehung rein morphologischer Processe in den Kreis der Untersuchung. So ergab sich zunächst eine bemerkenswerthe Erscheinung im Bereiche der pflanzlichen Embryonalentwickelung[1]). Schon damals bestand die Absicht, auch geeignete thierische Objecte in ähnlicher Weise zu prüfen, und der erste Schritt in dieser Richtung führte zu den folgenden Ergebnissen, welche im Laufe der beiden Sommersemester 1883 und 1884 gewonnen wurden.

Oeffnet man ein dem Brütofen entnommenes Hühnerei mit der nöthigen Vorsicht, und setzt man in schonender Weise gewöhnliche Thonspitzen auf die Keim-Area so auf, dass die eine den Körper des Embryo, die andere irgend einen Punct des Dotters oder auch des Albumen berührt, so erhält man regelmässig einen vom Dotter in den Embryonalkörper hinein gerichteten Strom, d. h. in gewöhnlicher Ausdrucksweise, der Embryo ist positiv gegen den Dotter. Der Strom treibt oft die Scala aus dem Gesichtsfeld. Seine electromotorische Kraft kann bis $^1/_{100}$ Daniell betragen. Sie ist, soweit die bisherigen Versuche reichen, in den ersten Tagen, mindestens bis zu 80 Stunden, in Zunahme begriffen, und nimmt dann wieder ab. Die Versuche erstrecken sich vor der Hand nur bis zum 8. Brütungstage. Genaueres muss einer Fort-

1) Vgl. L. Hermann, dies Archiv Bd. XXVII, S. 288 und J. Müller-Hettlingen, ebendaselbst Bd. XXXI, S. 193. Der hoffnungsvolle Verfasser der letztgenannten Arbeit hat die Publication derselben leider nur kurze Zeit überlebt.

setzung der Untersuchung überlassen werden, welche sich der Eine von uns vorbehält.

Folgende Zahlen mögen als Belege des Gesagten dienen.

Stunden seit Beginn der Brütung.	Ablenkung in Scalentheilen.	Compensation in mm.	Electromotorische Kraft in Dan.
8	30	60	0,00083
30,5	215	257	0,00355
35	220	445	0,00615
54	466	630	0,00870
55,5	∞	730	0,01009
80	∞	770	0,01065
122	∞	365	0,00505
153	190	110	0,00152

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Die Wirkung der Trichloressigsäure.

Von

L. Hermann.

(Nach Versuchen in Gemeinschaft mit A. von Gendre aus St. Petersburg.)

Die Trichloressigsäure bietet, wie ich schon vor Jahren gesagt habe, ein vortreffliches Beispiel für die Gefährlichkeit vorgefasster Meinungen in naturwissenschaftlichen Dingen. Da sie nach Dumas mit Alkalien in der Hitze Chloroform abspaltet, schrieb ihr Liebreich in drei Publicationen schlafmachende Wirkungen

zu, welche sie nach seiner bekannten, jetzt wohl allgemein verlassenen Theorie der Chloralwirkung in der That haben sollte. Dieselbe Angabe machten auch Byasson und Follet. In keiner dieser Publicationen jedoch ist ein einziger Versuch mit dieser Substanz mitgetheilt. Man erfährt weder ob die Säure in freiem Zustande (was noch am besten den Irrthum der betr. Autoren erklärlich machen würde) oder als Salz angewandt wurde, noch mit welchen Dosen und an welchen Thieren die Versuche geschahen, noch endlich welches der Verlauf und die Garantien der behaupteten Wirkung waren. Unkritische Aerzte haben trotzdem diese Substanz als Schlafmittel verschrieben, wie denn ja bekanntlich keine noch so unbegründete Neuigkeit in den therapeutischen Empfehlungen ohne Einfluss auf den Umsatz der Apotheken bleibt.

Im Jahre 1873 liess ich die Trichloressigsäure bei einer Prüfung der Liebreich'schen Chloraltheorie durch Anna Tomaszewicz aus Warschau auf ihre physiologische Wirkung untersuchen. Das zur Untersuchung benutzte Natronsalz erwies sich selbst in sehr hohen Dosen (2—4 gr bei Kaninchen) völlig unwirksam.

Im Jahre 1875 hielt Liebreich, unter Verdächtigung der Versuche von A. Tomaszewicz, die Behauptung, dass die Trichloressigsäure dem Chloral ähnlich wirke, in gewissem Grade aufrecht, indem er ihr freilich keine schlafmachende, sondern eine „ermüdende" Wirkung zuschrieb. „Wirklich reine Trichloressigsäure wirkt in grossen Dosen ermüdend, nicht hypnotisch, weil sich Chloroform aus ihr immer nur langsam und in geringen Mengen abspaltet." Seltsam, dass die ersten Mittheilungen Liebreich's von dieser wesentlichen Einschränkung Nichts enthielten, seltsam dass wiederum weder Dose noch Thier noch Verlauf der Erscheinungen mitgetheilt, dass die Kennzeichen der „Ermüdung" nicht angegeben sind, seltsam dass bei diesem gänzlichen Mangel wissenschaftlicher Thatsachen die Theorie dennoch mit grösster Bestimmtheit sich vordrängt.

Wiederum liess ich hierauf die Wirkung der Trichloressigsäure in meinem Laboratorium prüfen, diesmal durch Herrn stud. med. Beust. Auch diesmal zeigte sich die Säure als neutrales Natronsalz völlig wirkungslos [1]).

Noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen, ver-

1) Berliner klin. Wochenschrift 1876, No. 5.

anlasst mich eine neuere Mittheilung von Dr. G. Bodländer (aus dem pharmacologischen Institut in Bonn)[1]. Auch dieser Autor vermuthet a priori eine schlafmachende Wirkung der Trichloressigsäure, aber nicht etwa wegen der Liebreich'schen Chloroformabspaltungstheorie, sondern wegen einer von Binz aufgestellten Theorie, nach welcher freies Chlor (und andere Halogene) und seine Verbindungen hypnotisch wirken. Er findet nun in der That, dass 2—6 gr, jungen Hunden, Katzen und Kaninchen „alle Symptome centraler Nervenlähmung von gewöhnlicher Trunkenheit und Somnolenz bis zum krampffreien Ende" hervorbringen; „die Narcose zieht langsam und spät heran und dauert lange."

Ich selber glaube der Erste gewesen zu sein, der darauf hingewiesen hat, dass der Eintritt von Chlor-, Jod- und Bromatomen in gewisse Verbindungen der fetten Gruppe deren anästhesirende Wirkungen auffallend verstärkt, resp. vorher nicht vorhandene hervorruft, der ferner darauf hin Chlorverbindungen dieser Art auf anästhesirende Wirkungen untersuchen liess, und auch die Chloralwirkung dadurch erklärte[2]. Gewiss also bin auch ich gefasst bei Chlorkörpern der fetten Gruppe schlafmachende Wirkungen zu finden, einfach in Folge eines Analogieschlusses, und nicht in Folge irgendwelcher Theorie. Wo ich daher an einem gechlorten Fettkörper keine schlafmachende Wirkung finde, wie bisher bei den Körpern der Fettsäuregruppe[3], wundere ich mich gar nicht, sondern constatire lediglich, wie weit jene Regel sich erstreckt.

Bodländer legt seinen Versuchen von vornherein eine Theorie zu Grunde. Binz hat nämlich ausgeführt, die Halogene seien im freien Zustande schlafmachend, und werden aus den gechlorten, gebromten etc. Fettkörpern an den Zellen der Hirnrinde vorübergehend frei. „In der Gehirnrinde vollzieht sich dasselbe, was wir an beliebigem lebenden Protoplasma demonstriren können. Jede arbeitende Zelle, welche wir unter dem Einfluss von Chlor-, Brom- und Joddämpfen (oder von Ozon) setzen, vermindert ihre Arbeit oder stellt sie ganz ein. Je nach Menge und Dauer dieses Ein-

1) Centralblatt f. klin. Medicin 1884, No. 16.

2) Vgl. die von mir redigirte Arbeit von Romensky, dies Archiv Bd. V, S. 565, 1872; und mein Lehrbuch der experimentellen Toxicologie, Berlin 1874, S. 276 f.

3) Die Trichlorbuttersäure ist nach v. Mering ebenfalls wirkungslos; Archiv f. exper. Pathol. III, S. 185.

flusses nimmt sie dieselbe wieder auf oder sistirt sie für immer; d. h. entweder schläft die Zelle unter der lähmenden Last des fremden Gases, oder sie ist todt, ihr innerer Aufbau war und bleibt zerrüttet"[1]. Ich will nun, da wir in der Physiologie mit so weit gehenden Theorien etwas ängstlich sind, mich in eine Kritik derselben nicht einlassen, jedenfalls nicht, bis mit Sicherheit constatirt ist, dass die bei Fröschen durch Chlor eintretende Lähmung mit der schlafmachenden Wirkung der Anästhetica vergleichbar ist. Ich constatire nur, dass Bodländer auf Grund dieser Theorie von der Trichloressigsäure schlafmachende Wirkung erwartete, und dass er in der bisher behaupteten Wirkungslosigkeit dieser Substanz einen Einwand gegen jene Theorie sah. Das letztere ist mir unverständlich; warum sollte denn nicht die Trichloressigsäure das Chlor so gebunden enthalten, dass sie es nicht wie Chloral, Chloroform etc. vorübergehend an die Hirnzellen abgiebt? Das Beispiel des Kochsalzes zeigt doch, dass nicht jede Chlorverbindung hypnotisch wirkt. Ein Einwand gegen die Binz'sche Theorie wäre also die Wirkungslosigkeit der Trichloressigsäure durchaus nicht.

Nachdem ich nunmehr, veranlasst durch die Bodländer'sche Mittheilung, die Wirkung der Trichloressigsäure auch an anderen Thieren als Kaninchen, und an letzteren mit noch grösseren Dosen als 4 gr untersucht habe, bei deren völliger Wirkungslosigkeit ich mich früher beruhigt hatte, muss ich sagen, dass ohne Bodländer's Arbeit eine höchst merkwürdige Wirksamkeit dieser Substanz vielleicht lange unentdeckt geblieben wäre. Es wäre aber für seine Arbeit besser gewesen, wenn er nicht mit der vorgefassten Meinung der hypnotischen Wirkung an die Sache herangetreten wäre; denn diese hat ihn erstens verleitet, eine absolut nicht hypnotische Wirkung für hypnotisch anzusehen, und war zweitens wahrscheinlich die Ursache, dass er ein sehr bemerkenswerthes Element der Wirkung gänzlich übersehen hat.

Das trichloressigsaure Natron wurde wie früher mit grösster Sorgfalt dargestellt. Die krystallisirte Säure wurde in Wasser gelöst, und unter beständigem Erhalten einer Temperatur von 0° durch Zusatz des Alkalis in kleinen Portionen neutralisirt. Unter den vielen dargestellten und verwendeten Salzpräparaten waren solche

---

1) Berliner klin. Wochenschrift 1882, S. 647 (citirt nach Bodländer).

die mit Natriumhydrat, solche die mit Natriumcarbonat, und solche die mit Natriumbicarbonat neutralisirt waren. Die neutralisirten Lösungen wurden ohne jede Anwendung von Wärme zur Trockne gebracht, nämlich im Vacuum über Schwefelsäure. Hierbei krystallisirt das Salz ohne die sonst ihm anhaftenden 3 Molecüle Krystallwasser, indem es unter der Luftpumpe selbst verwittert[1]).

Mit diesem Salze wurden von meinem Assistenten, Herrn A. von Gendre, unter meinen Augen folgende Versuche angestellt:

A. Versuche an Kaninchen.

1. Graues Kaninchen von 2400 gr, erhält 2 gr des Salzes subcutan. Trotz vielstündiger Beobachtung keine Spur von Wirkung.

2. 7 Tage später. Dasselbe Kaninchen 3 gr subcutan. Nicht die geringste Wirkung.

3. Tags darauf 5 gr subcutan. In den ersten Stunden keinerlei Wirkung. Nach 5 Stunden wird zufällig bemerkt, dass das Thier beim Gehen eine Schwäche und Ungeschicklichkeit im Gebrauch der Extremitäten zeigt; dieselbe ist erst am folgenden Tage geschwunden. Keine Spur von Schlaf, Somnolenz oder „Müdigkeit".

4. Graues Kaninchen von 1545 gr, erhält 6 gr subcutan. Nach $^1/_2$ Stunde zeigen sich Bewegungsstörungen an den Extremitäten. Das Thier lässt, wenn man es zum Laufen antreibt, die Hinterbeine eine kurze Zeit wie gelähmt nachschleppen, und zieht sie dann verspätet an. Genauere Untersuchung zeigt, dass beim plötzlichen brüsken Niedersetzen des Thieres auf den Boden die Hinterbeine für einen Moment krampfartig gestreckt und dann erst angezogen werden. Durch blosse sensible Reizung lässt sich dieser kurze Streckkrampfanfall nicht auslösen, so dass es den Anschein gewinnt als wäre er ein abnormes Beharren in der intendirten Muskelcontraction ähnlich wie beim Veratrin. Dieser Zustand bleibt mehrere Stunden bestehen. 5 Stunden nach der Vergiftung zeigen sich die Hinterbeine fast paralytisch, und ebenso noch am folgenden Tage. Das Thier ist im übrigen normal, frisst und trinkt. Am dritten Tage stellte sich grosse Hinfälligkeit und Diarrhoe ein, das Thier wurde zu anderen Zwecken verwendet. Während der ganzen Beobachtung keine Andeutung von Schlaf oder dergl.

---

1) 1 gr unserer Dosirung entspricht also etwa 1,3 gr der Bodländer'schen.

5. Graues grosses Kaninchen von 2875 gr, erhält 10 gr subcutan. In der ersten Stunde keinerlei Wirkung. Allmählich entwickelt sich sehr deutlich der beim vorigen Fall beschriebene Zustand. Beim ruhigen Sitzen merkt man dem Thiere Nichts an; sowie man es aber gewaltsam auf den Boden legt, bricht ein kurzer Krampf aus, bei dem die Hinterbeine gestreckt werden. Am folgenden Tage Alles normal. Nicht die geringste Spur von Schlaf, Müdigkeit oder dergl.

6. Dasselbe Kaninchen erhält 14 Tage später 5 gr subcutan. Nach einigen Stunden entwickelt sich genau der gleiche Zustand. Das Thier sitzt ruhig da, anscheinend unverändert, scheint spontane Bewegungen zu vermeiden. Andern Tags vollkommen erholt.

7. Dasselbe Thier erhält 5 Tage später abermals 5 gr subcutan. Die characteristische Motilitätsstörung der Hinterbeine ist schon nach $^1/_2$ Stunde angedeutet, und bald sehr ausgesprochen. Bei jeder willkürlichen und reflectorischen Bewegung bleiben die Hinterbeine eine Zeit lang gestreckt, ebenso bleiben sie es nach passiver Streckung, und werden nur mühsam wieder in die normale Lage gebracht. Beim Versuch zu springen fällt das Thier jedesmal unter krampfhafter Streckung der Hinterbeine auf die Seite. Allmählich entwickelt sich eine allgemeine Lähmung; das Thier ist unfähig zu gehen, der Kopf sinkt nieder, wird aber fortwährend wieder erhoben. Von Schlaf keine Spur. $1^1/_2$ Stunden nach der Vergiftung ist die Athmung äusserst schwach und von dyspnoischem Character; dieser Zustand wird noch weitere $2^3/_4$ Stunden lang beobachtet. Tags darauf wird das Thier todt gefunden.

8. Ein junges, ganz kleines Kaninchen, 630 gr schwer, erhielt 2 gr subcutan. Nach $^1/_2$ Stunde wird zuerst bemerkt, dass das Thier bei einem Sprungversuch auf die Seite fällt, mit krampfhaft gestreckten Hinterbeinen. Auch sonst das Verhalten ganz das gewöhnliche. Die Lähmung beginnt $1^1/_2$ Stunden nach der Vergiftung, ist zuerst an Hinterbeinen und Nacken, schliesslich auch an den Vorderbeinen zu constatiren. Sie dauert unter zunehmender Schwäche der Athmung und Dyspnoe (Athmung unter Maulaufsperren) bis zum andern Morgen, wo das Thier dem Tode nahe gefunden und getödtet wird.

9. Controllversuch mit essigsaurem Natron. Das Salz wurde aus dem zur Darstellung des Trichloracetats dienenden Natron und Essigsäure dargestellt. 5 gr wurden dem in No. 5—7

erwähnten Kaninchen subcutan beigebracht. Ausser starkem Durst keinerlei Wirkung.

Bei vielen Kaninchen bildeten sich in Folge der zahlreichen subcutanen Einspritzungen reichlicher Flüssigkeitsmengen Hautabscesse.

B. Versuche am Hunde.

10. Ein junger Hund, 9110 gr wiegend, erhält 5 gr Trichloracetat subcutan. 20 Minuten nach der Injection Brechbewegungen, dann geringe Schwerfälligkeit der Hinterbeine, etwas Mattigkeit. Erholt sich bald vollständig.

11. Derselbe Hund erhält Tags darauf 9,4 gr subcutan. Mehrmaliges Erbrechen, zuerst 1 Stunde, zuletzt $6^1/_2$ Stunden nach der Application. Nach 2—3 Stunden hat sich wiederum grosse Schwäche der Hinterbeine entwickelt, das Thier kann nicht stehen, und zeigt fibrilläre Zuckungen am ganzen Körper, besonders an den Extremitäten. Bald entwickelt sich allgemeine Lähmung und starke Dyspnoe, die Zunge hängt aus dem Maule heraus. Das Thier liegt fast bewegungslos da, schläft aber nicht, sondern verfolgt den Experimentator mit den Augen. Der Zustand ist noch nach 24 Stunden ziemlich unverändert; erst nach 36 Stunden macht das Thier Versuche aufzustehen, und wird am Morgen des dritten Tages im Käfig stehend, frei von Dyspnoe und ganz normal vorgefunden.

12. Controllversuch. Derselbe Hund erhält 4 Tage später 10 gr essigsaures Natron subcutan. Schmerzäusserungen bei den Injectionen. Starker Durst; sonst keinerlei Wirkung.

C. Versuche an Katzen.

13. Einer jungen Katze (6—7 Wochen alt, 650 gr schwer) wird 1 gr trichloressigsaures Natron subcutan injicirt. Nach 35 Minuten eine schwache und fast zweifelhafte Parese der Hinterbeine. Sonst keine Wirkung.

14. Dasselbe Kätzchen erhält Tags darauf 2 gr subcutan; starke Schmerzäusserung, das Thier wälzt sich. Nach $^1/_2$ Stunde Parese der Hinterbeine, welche beim Gehen nachgeschleppt werden; nach 1 Stunde sind die Hinterbeine vollständig gelähmt, das Stehen unmöglich. In der zweiten Hälfte der zweiten Stunde brachen mehrmals ohne nachweisbaren directen Anlass Streck-

krämpfe des ganzen Körpers aus, mit Speichelfluss und Pupillenerweiterung. In der dritten und den folgenden Stunden wiederholten sich die Krämpfe nicht, aber die Lähmung entwickelte sich immer mehr; 7 Stunden nach der Vergiftung ist die Athmung kaum noch merklich. Am andern Morgen wird das Thier todt gefunden. In keinem Stadium irgend ein Anzeichen von Schlaf.

15. Ein anderes Kätzchen von 950 gr erhält 3 gr subcutan; starke Schmerzäusserung wie im vorigen Fall. Nach 30 Minuten beginnende Lähmung der Hinterbeine, welche nach 1 Stunde sehr ausgesprochen ist. Das Thier versucht beständig sich auf die Beine zu erheben, fällt dabei aber jedesmal auf die Seite. Nach etwa $2^1/_2$ Stunden werden keine derartigen Versuche mehr beobachtet, sondern das Thier liegt ruhig da mit heraushängender Zunge, verfolgt aber bis zur letzten Beobachtung ($4^3/_4$ Stunden nach der Vergiftung) den Experimentator mit den Augen; keine Spur von Schlaf. Am andern Morgen wird das Thier todt gefunden.

16. Eine Katze von 1290 gr erhält 3 gr subcutan. In der ersten halben Stunde wird nur schwankender Gang beobachtet, nach 40 Minuten Parese der Hinterbeine, Zunge hängt aus dem Munde. Nach 50 Minuten ist das Gehen unmöglich; beim Versuche zeigen sich Andeutungen krampfhafter Streckung der Hinterbeine wie beim Kaninchen, wobei das Thier auf die Seite fällt. Die Vorderbeine sind normal, die Sitzstellung die gewöhnliche. Nach $1^1/_2$ Stunden sind die Krampfanfälle beim Gehversuch sehr characteristisch; Dyspnoe stellt sich ein. Nach $2^1/_2$ Stunden sind auch die Vorderbeine paretisch, das Thier liegt auf dem Bauch oder auf der Seite, versucht sich ab und zu schlängelnd und rollend fortzubewegen. Diese Versuche hören nach einigen Stunden auf, das Thier liegt mit heraushängender Zunge da, ist aber vollkommen wach, wie man am Verfolgen des Blickes sieht. Letzte Beobachtung $14^1/_2$ Stunden nach der Vergiftung; Zustand unverändert. Am andern Morgen todt gefunden.

D. Versuche an Fröschen.

Eine grössere Reihe von Versuchen an Fröschen (Esculenten) lehrte, dass die Substanz erst in auffallend grossen Dosen Wirkungen entfaltet. An mittelgrossen Fröschen sind Dosen bis zu 0,2 gr meist ganz wirkungslos. Von etwa 0,3 gr ab treten lähmende Wirkungen ein, welche aber auffallend spät sich kundgeben (nach

$1^1/_2$ Stunden, bei 0,4 gr nach $^1/_2$ Stunde). Sie beginnen mit platter Lage des Thieres, wobei aber die Reaction auf Reize noch erhalten ist; dann wird das Springen unmöglich, und zwar bemerkt man zuweilen, dass die Oberschenkel früher gelähmt werden als die Unterschenkel, so dass beim Sprungversuch die Unterschenkel nur aus einander gespreizt werden. Ferner sieht man bei dem Versuche paretische Glieder zu bewegen zuweilen fibrilläre Zuckungen in denselben auftreten. Zur Zeit der vollständigen Lähmung sind die Muskeln und Nerven noch erregbar, das Herz schlägt noch, steht aber bald ebenfalls still.

Die Gesammtheit der mitgetheilten Beobachtungen lehrt vor Allem, dass die Trichloressigsäure keine Spur von schlafmachender Wirkung entfaltet. Diejenigen Beobachter, welche ihr solche zugeschrieben haben, und welche sämmtlich von Theorien ausgingen, nach welchen sie dieselben erwarteten, haben, soweit sie überhaupt über theoretische Speculation hinausgegangen sind, offenbar in der Befangenheit vorgefasster Meinung die Motilitätsstörungen, welche das Gift zur Folge hat, und deren sehr characteristische Erscheinungen ihnen entgangen sind, mit Schlaf verwechselt.

Zunächst hat sich die Trichloressigsäure auch diesmal, wie in allen früheren in meinem Laboratorium angestellten Versuchen, am ausgewachsenen Kaninchen in Dosen unter 5 gr völlig wirkungslos gezeigt. Erst bei Dosen über 5 gr, also Dosen, welche colossal genannt werden müssen, zeigen sich Wirkungen, und zwar äusserst merkwürdige und characteristische. Katzen und Hunde sind viel empfindlicher für die Substanz. Schon dies ist für die Verfechter der hypnotischen Wirkung eine unbequeme Thatsache, da das Chloral sich grade umgekehrt verhält. Höchst seltsam ist die äusserst geringe Empfänglichkeit des Frosches, welcher für wirkliche Hypnotica grade ungemein empfindlich ist.

Die Wirkung besteht, wenn man alles zusammenfasst, in einer Lähmung, welcher bei mässigeren Dosen und bei weniger empfindlichen Thieren deutliche Reizerscheinungen vorausgehen; die letzteren waren bisher vollständig übersehen worden.

Die Lähmung, ebenso anscheinend ihre irritativen Vorstadien, schreitet von hinten nach vorn vor, sie ist zuerst an den (hinteren) Extremitäten, dann auch an den Athemmuskeln, bei der Katze auch an der Zunge deutlich. Ein solches Fortschreiten der Lähmung deutet wohl auf eine die Leitung in den Centralorganen beeinträchtigende Veränderung, welche zuerst in denjenigen Theilen merklich wird, für welche die Innervation die längsten centralen Bahnen zurückzulegen, also die grösste Summe von Widerständen zu überwinden hat; hiernach würde der Sitz, vorbehaltlich weiterer Untersuchung, zunächst im Rückenmark zu vermuthen sein, da die Versuche am Frosche peripherische Wirkung auszuschliessen scheinen.

Die Grosshirnfunctionen werden durch das Gift gar nicht, oder erst unmittelbar vor dem Tode afficirt; von Schlaf, Hypnose, Müdigkeit u. dergl. ist absolut Nichts zu constatiren. Wer etwa geneigt ist ein Thier schlafend zu nennen, weil es gelähmt daliegt, wird sofort eines Besseren belehrt werden, wenn er den Blick der Thiere, besonders bei Katzen, beobachtet. Ferner ist sehr lehrreich, dass die Thiere, sobald sie lähmende Dosen erhalten haben, fast regelmässig sterben; also wiederum grade das Gegentheil des Ablaufs, welcher bei hypnotischen Substanzen die Regel ist.

Die Wirkungen der Substanz bieten Interessantes genug um ihr Studium fortzusetzen; namentlich wäre der characteristische Krampf der Hinterbeine, welcher an die Erscheinungen beim Veratrin erinnert, näher zu untersuchen.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Todtenstarre.

Von

A. von Gendre

aus St. Petersburg,

Assistent am physiologischen Institut.

Im hiesigen Laboratorium wurden von A. von Eiselsberg[1]) an warmblütigen Thieren vor mehreren Jahren Versuche über den Einfluss des Nervensystems auf die Todtenstarre angestellt.

Er ging so vor, dass er die Thiere durch Verblutung, Schlag oder auch durch Curare tödtete, und unmittelbar nach dem Tode einen Ischiadicus im Becken durchschnitt. Darauf sah er nach, ob die Todtenstarre in beiden Hinterbeinen gleichzeitig eintrete. Dabei beobachtete er, dass das Bein mit undurchschnittenem Nerven in 72,4 % der Fälle früher erstarrte als das andere, und zog daraus den Schluss, dass die Todtenstarre durch einen Einfluss des Nervensystems beschleunigt werde. Bei den Versuchen mit Curare sah er diesen beschleunigenden Einfluss bei Säugethieren nicht eintreten.

Tamassia[2]) konnte in ähnlich angestellten Versuchen keinen Einfluss des Nervensystems auf die Todtenstarre bemerken.

Auf Vorschlag des Herrn Professor Hermann habe ich im Herbst und Winter 1883/84 die von v. Eiselsberg gemachten Versuche in ausgedehnterer Weise an Fröschen wiederholt.

Da bekanntlich die Todtenstarre bei Kaltblütern erst nach 1–2 Tagen eintritt und in dieser langen Zeit unberechenbare Zufälle sich einmischen können, so habe ich auf Rath des Herrn

---

1) A. v. Eiselsberg, dies Archiv Bd. XXIV, S. 229.

2) A. Tamassia, Dell' influenza del sistema nervoso sull' irrigidimento cadaverico. Rivista sperim. di freniatria etc. 1882. Sep.-Abd.

Professor Hermann die Eintrittszeit dadurch zu verkürzen gesucht, dass ich eine gleichmässige Erwärmung im Brütofen benutzte. Der Brütofen wurde auf 30—35° C. erwärmt und diese Temperatur constant erhalten. In den Brütofen wurde ein Glascylinder gestellt, in welchem die Froschleiche mittels eines durch beide Kiefer gezogenen Fadens aufgehängt wurde. Der Faden war oben an einen den Cylinder schliessenden Kork befestigt. Um Vertrocknung zu verhindern wurde auf den Boden des Cylinders ein nasser Schwamm gebracht.

Erste Reihe der Versuche: Die Frösche wurden krampflos getödtet durch subcutane Injection einer conc. Lösung von Cyankalium, und hierauf der eine N. ischiadicus in seinem Verlauf im Becken durchschnitten und die Froschleiche in den Cylinder im Brütofen gehängt.

Die hierbei an 18 Versuchen gemachten Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Das Bein mit undurchschnittenem Nerven erstarrte früher als das andere bei:	Kein Unterschied in der Erstarrungszeit beider Beine war bemerkbar bei:	Das Bein mit undurchschnittenem Nerven erstarrte später als das andere bei:
13 Fröschen oder 72,2 % der Fälle	5 Fröschen oder 27,8 % der Fälle	keinem einzigen Frosch.

Man sieht also, dass in 72,2 % der Fälle ein beschleunigender Einfluss des Nervensystems auf die Todtenstarre sich zeigte, was übereinstimmt mit der Angabe von v. Eiselsberg. Der Fall dagegen, dass das Bein mit undurchschnittenem Nerven später erstarrte als das andere, trat in dieser Versuchsreihe niemals ein. Eintritt der Todtenstarre ungefähr 3 bis 5 Stunden nach dem Tode.

Zweite Reihe der Versuche: Tödtung wie oben mit Cyankalium und hierauf einseitige Durchschneidung des Ischiadicus im Becken. Um den Einfluss des Nervensystems zu elliminiren, wurde durch eine kleine Oeffnung im Hinterhaupt mittels eines sog. Abfängers das Gehirn und Rückenmark vollständig zerstört.

Aus 7 angestellten Versuchen ergab sich, dass bei 6 Fröschen kein Unterschied in der Erstarrungszeit beider Beine bemerkbar

war, und nur bei einem Frosche das Bein mit undurchschnittenem Nerven früher erstarrte (nicht sehr deutlich) als das andere.

Dritte Reihe der Versuche: Da in der letzten Versuchsreihe die Tödtung durch Cyankalium bewirkt wurde, so war es für mich von Interesse in dieser Reihe die Thiere einfach durch Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes zu tödten, um die Wirkung von Cyankalium auszuschliessen.

Bei allen 10 in der Art ausgeführten Versuchen war kein Unterschied in der Erstarrungszeit beider Beine zu bemerken. Eintrittszeit der Todtenstarre in beiden Versuchsreihen ungefähr 4—7 Stunden nach dem Tode.

In der vierten Reihe der Versuche versuchten wir die Elimination des Rückenmarkeinflusses auf eine andere Weise als durch mechanische Zerstörung des Marks herbeizuführen. Es schien denkbar, dass ein das Rückenmark heftig erschöpfendes Gift jeden postmortalen Einfluss desselben beseitigen könnte. Wir wählten dazu Strychnin. Grosse Dosen einer concentr. Strychninlösung wurden dem Frosche subcutan eingespritzt. Nach dem Tode wurde wiederum der eine Ischiadicus durchschnitten und die Froschleiche in bekannter Weise in den Brütofen gebracht. Die Resultate von 16 Versuchen sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Das Bein mit undurchschnittenem Nerven erstarrte früher als das andere bei:	Das Bein mit undurchschnittenem Nerven erstarrte später als das andere bei:	Kein Unterschied in der Erstarrungszeit beider Beine war bemerkbar bei:
2 Fröschen oder 12,5 % der Fälle	2 Fröschen oder 12,5 % der Fälle	12 Fröschen oder 75 % der Fälle

Also in 75 % der Fälle ergab sich kein Unterschied in der Erstarrungszeit beider Beine. Wenn man nun die Annahme macht, dass tödtliche Dosen von Strychnin etwa so wirken wie vollständige Zerstörung des Rückenmarkes, dann wird es ohne weiteres begreiflich, warum in den meisten Fällen kein Unterschied in der Erstarrungszeit beider Beine sich zeigte. Was aber die Abweichung der 25 % der Fälle anbetrifft, so mag sie ihren Grund wohl darin haben, dass durch irgend welche Zufälligkeiten die beiden Beine des Frosches nicht in gleichem Maasse an den Strychninkrämpfen

theilnahmen. Bei Strychnin-Vergiftung war die Eintrittszeit der Todtenstarre ungefähr 4—7 Stunden nach dem Tode.

Die fünfte Reihe der Versuche habe ich der Wirkung des Curare auf die Eintrittszeit der Todtenstarre gewidmet. Die Frösche wurden mit Curare getödtet, der Ischiadicus auf der einen Seite durchschnitten und die Leichen dem Brütofen übergeben.

Ich machte 6 Versuche mit Curare und beobachtete, dass wieder kein Unterschied in der Zeit des Eintrittes der Todtenstarre in beiden Beinen war. Erstarrung 5 bis 8 Stunden nach dem Tode.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass auch 5 an Warmblütern angestellte Versuche die Angabe von v. Eiselsberg bestätigten. Als Versuchsthiere wandte ich junge weisse Ratten an, welche durch Verblutung getödtet wurden. Bei allen diesen Thieren erstarrte das Bein mit undurchschnittenem Nerven stets früher als das andere; doch war der Unterschied bei weitem nicht so deutlich, wie bei Fröschen.

Nach allen meinen Versuchen glaube ich sicher schliessen zu dürfen, dass die Todtenstarre durch einen Einfluss des Nervensystems beschleunigt wird. Dieser Einfluss wird bei Fröschen durch Strychnin und Curarevergiftung beseitigt. Strychnin zerstört, wie oben angenommen ist, das Rückenmark, Curare dagegen paralysirt die peripheren Nervenendigungen und hebt dadurch den Einfluss des Nervensystems auf das Erstarren des Muskels auf.

Zusatz von L. Hermann.

Im Folgenden erlaube ich mir eine briefliche Mittheilung des Herrn A. von Eiselsberg, welche mir derselbe 1 Jahr nach Abschluss seiner Versuche hat zugehen lassen (datirt Wien, 21. December 1881) zum Abdruck zu bringen:

„Ein (beiläufig) 45-jähriger Militärbeamter, der in Folge von Gehirnsyphilis an Anoia paralytica progressiva litt, kam in's Garnisons-Spital (Wien). Sprache und Verstand des Patienten nahmen immer mehr und mehr ab, bis sich endlich 2 Tage vor dem Tode eine vollkommene Paralyse der linken Körperhälfte einstellte. Die linke Cornea reagirte beim Berühren gar nicht, die rechte ziemlich

gut; die linken Extremitäten fielen, aufgehoben, wie todt auf das Lager zurück und wurden auch vom Patienten gar nicht bewegt, während er mit den beiden rechten noch Bewegungen ausführte. Auch in Bezug auf die Sensibilität, die durch Nadelstiche geprüft wurde, war ein deutlicher Unterschied zwischen rechts und links. Leider waren die Umstände derart, dass ich erst 24 Stunden nach dem Tode des Patienten Gelegenheit hatte die Starre zu beobachten; desto mehr verwunderte es mich aber, im linken Ellbogen- und Kniegelenk vollkommen freie Beweglichkeit zu finden, während die gleichen Gelenke rechts ganz starr waren. Im Schulter- und Hüftgelenke, desgleichen auch in den Sprung- und Handgelenken, war auf den beiden Seiten kein merklicher Unterschied. Es könnte in Anbetracht der langen Zeit nach dem Tode die ganze Beobachtung — vielleicht mit Recht — als nicht mehr auf den Nerveneinfluss zurückführbar bezeichnet werden, aber andererseits liesse sich zu Gunsten desselben noch vorbringen, dass zu dieser Zeit die Temperatur 0° C. betrug, wobei ja die Starre etwas später einzutreten pflegt".

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Ueber das Verhalten eines dem Muskel zugeleiteten Stromes während des Tetanus.

Von

A. von Gendre

aus St. Petersburg.

(Assistent am physiologischen Institut.)

Du Bois-Reymond[1]) hat gefunden, dass ein den Muskel durchfliessender Strom unter dem Einfluss der Erregung des Nerven einen geringen positiven Zuwachs erfährt (etwa 3° am Multiplicator,

1) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thier. Electr. II, 1. S. 74—85, 1849.

vgl. a. a. O. S. 81), und hatte diese Erscheinung als eine „leichte Verminderung des eigenthümlichen Widerstandes der Muskelsubstanz“ betrachtet, da eine Anzahl anderer Möglichkeiten (Einfluss der Gestaltänderung u. s. w.) ausgeschlossen werden konnten. Am Nerven konnte er keine Widerstandsänderung durch Erregung beobachten[1]). Später gelang es Grünhagen[2]), auch am Nerven jene Zunahme festzustellen, und er bezog diese Erscheinung wie du Bois-Reymond auf Abnahme des Widerstandes durch die Erregung.

Ohne diese Mittheilung zu kennen, wurde später Hermann[3]) auf einem ganz anderen Wege zur Voraussage und Entdeckung letzterer Erscheinung geführt, auf einem Wege, welcher zugleich eine wesentlich andere Erklärung in sich schloss, nämlich durch den Satz vom polarisatorischen Increment der Erregung. Später gelang es ihm[4]) die Frage direct durch Rheotomversuche zu entscheiden, und es zeigte sich, dass zwei Umstände bei der Erscheinung betheiligt sind: einmal ein dem polarisirenden Strome gleichsinniger differentieller Actionsstrom, weil die Erregungswellen an der Anode kräftiger anlangen als an der Cathode, und zweitens eine Abnahme der Polarisationsconstante durch die Erregung. Dagegen spricht Nichts für eine Abnahme des Widerstands bei der Erregung.

Hiernach war die Vermuthung gerechtfertigt, dass auch die von du Bois-Reymond gefundene Erscheinung am Muskel nicht auf Leitungsverbesserung, sondern auf electromotorischen Kräften beruhe. Die von J. Ranke[5]) gefundene Widerstandsabnahme bei der Todtenstarre, welche von diesem der Säurung zugeschrieben wird, könnte — abgesehen von den dem Resultate selbst anhaftenden Unvollkommenheiten[6]) — die Deutung du Bois-Reymond's per analogiam zu bestätigen scheinen, ist aber erstens viel grösser als die irritative, und zweitens geht letztere mit dem Tetanus sofort vorüber, während doch die Widerstandsänderung bei der Starre

1) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thier. Elect. II, 1, S. 443—447, 1849.

2) Grünhagen, Zeitschr. f. rat. Med. (3) XXXVI, S. 132, 1869.

3) Hermann, dies Archiv Bd. VI, S. 560. Vgl. auch Bd. VII, S. 355; Bd. X. S. 215.

4) Hermann, dies Archiv Bd. XXIV, S. 258.

5) J. Ranke, Tetanus, Leipzig 1865, S. 19 ff.

6) Vgl. hierüber Hermann, dies Archiv, Bd. V, S. 228.

eine bleibende Erscheinung ist, und doch gewiss auch die etwa schuldige Säure, sei es bei Starre oder Tetanus, nicht so leicht wieder vergeht.

Diese Erwägungen veranlassten Herrn Prof. Hermann, mir die erwähnte Erscheinung am Muskel zur nochmaligen Feststellung, sowie zur Entscheidung der Frage zu empfehlen, ob die irritative Zunahme des durchgeleiteten Stromes einer Widerstandsabnahme oder irgend welchen dem Strome gleichsinnigen, mit der Erregung zusammenhängenden electromotorischen Kräften zuzuschreiben sei. Für letztere Frage empfahl er mir den Gebrauch des Telephons, welches sehr geeignet schien festzustellen, ob die Zunahme des Stromes eine einfach während des Tetanus persistirende oder eine oscillirende ist; ersteres würde für Widerstandsabnahme, letzteres gegen solche gesprochen haben, denn bis jetzt wenigstens sind schnelle oscillatorische Widerstandsänderungen nicht bekannt.

Zunächst galt es, die Erscheinung am Galvanometer darzustellen. Die Vorrichtung war dieselbe wie in den entsprechenden Versuchen von Hermann am Nerven, nur dass also an Stelle des Nerven ein Muskel kam.

Ein Froschgastrocnemius wird in bekannter Weise ausgespannt. Mittels befeuchteter, um den Muskel herum geschlungener Fäden, die auf unpolarisirbare Electroden gelegt wurden, wird der Muskel in den Kreis einer Wiedemann'schen Boussole gebracht. In denselben Kreis wird ein Stöpselrheostat und eine Wippe eingeschaltet; der Rheostat hat noch eine zweite Schliessung, welche einen Daniell und einen Schlüssel enthält, kann also einen Bruchtheil eines Daniells in den Muskel und die Boussole einführen. Polarisirende und ableitende Electroden sind hiernach identisch. Um die schon bei schwachen Strömen dem Gesichtsfelde entschwundene Scala zurückzuführen, bediente ich mich des Reductionsverfahrens[1]). Die Reizung geschah von einer möglichst weit vom Muskel entfernten Stelle des Ischiadicus aus.

Zuerst wird die durch den Actionsstrom allein bewirkte Ablenkung abgelesen. Dann schliesst man den polarisirenden Strom und tetanisirt wieder den Muskel vom Nerven aus, und liest die nun erfolgende Ablenkung ab.

Das Resultat war stets das erwartete, nämlich:

1) Vgl. Hermann, dies Archiv Bd. X, S. 227.

Der polarisirende Strom nimmt beim Tetanisiren des Muskels vom Nerven aus um sehr vieles zu.

Beispiel eines Versuches.

Der schwache Ruhestrom ist compensirt. Die durch den Polarisationsstrom bewirkte Ablenkung war stets so gross, dass die Scala aus dem Gesichtsfelde verschwand, und durch den der Hilfsrolle zugeleiteten Reductionsstrom zurückgebracht werden musste.

No.	Ablenkung durch den absteigenden Actionsstrom allein in sc.	Polarisationsstrom Intensität: Siemens'sche Einheiten in Nebenschliessung.	Polarisationsstrom Richtung.	Ablenkung durch d. Reizung während der Polarisation in sc.
1	70	5	↑	+ ∞ [1]
2	„	5	↓	+ ∞
3	„	10	↑	+ ∞
4	„	10	↓	+ ∞
5	100	50	↑	+ 210
6	„	50	↓	+ 280
7	„	100	↑	+ 180
8	„	100	↓	+ 340
9	„	500	↑	+ 160
10	„	500	↓	+ 250
11	„	900	↑	+ 230
12	„	900	↓	+ 180
13	80	500	↑	+ 120
14	„	500	↓	+ 90
15	„	100	↑	+ 60
16	„	100	↓	+ 40
17	„	50	↑	+ 40
18	10	50	↓	+ 20

1) Mit + ist die dem Polarisationsstrom gleichsinnige Ablenkung bezeichnet, ∞ bedeutet Ablenkung über den Scalenbereich hinaus.

Die vorstehende Tabelle zeigt, wie gewaltig die Erscheinung am frischen Muskel, selbst bei schwachen polarisirenden Strömen, ist; dass sie ferner durch Ermüdung rasch abnimmt, und dass dies durch Verstärkung des polarisirenden Stromes nicht ausgeglichen wird.

Man sieht, dass bei absteigendem polarisirenden Strome die positive Schwankung stärker ist als bei aufsteigendem, was sich leicht erklärt, da der absteigende Actionsstrom sich im ersteren Falle addirt, im zweiten subtrahirt. Mit zunehmender Ermüdung kehrt sich aber, und zwar sehr häufig, dies Verhältniss merkwürdigerweise um, und an stark ermüdeten Muskeln kommt zuweilen statt der positiven eine negative Schwankung beim Tetanisiren vor.

Versuche mit dem Telephon stellte ich wie Hermann[1]) und Wedenskii[2]) mit polarisirbaren Electroden an, und befolgte im Wesentlichen das von Letzterem angegebene Verfahren[3]).

An einem lebenden Frosche wird der N. ischiadicus präparirt, möglichst hoch abgeschnitten und auf gewöhnliche Reizelectroden gelegt. Der M. gastrocnemius dieses Nerven wird von der überliegenden Haut befreit. Zwei an die Leitungsdrähte gelöthete Stecknadeln dienen als zu- und ableitende Electroden; die eine wird in den Muskelbauch, die andere in die Achillessehne gesteckt. Ein Siemens'sches Telephon und ein Rheostat mit Kettenzuleitung (s. oben) befinden sich im Stromkreise. Ich tetanisirte mit einem grossen du Bois'schen Inductionsapparat und bewirkte die Unterbrechungen des Stromes durch einen mit Halske'scher Feder auf langsamen Gang eingestellten Wagner'schen Hammer. Um vor den Unipolarwirkungen sich möglichst zu schützen, wurde die dem Muskel nähere Electrode zur Wasserleitung abgeleitet. Bei geringerer Reizfrequenz ist der Actionsstrom im Telephon deutlich zu hören.

---

1) Hermann, dies Archiv Bd. XVI, S. 505.

2) Wedenskii, Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1883, S. 313 und Bull. de l'Acad. d. St. Pétersbourg 1883.

3) Schon Hermann hat (a. a. O. S. 508) die Erwartung ausgesprochen, dass Verbesserung des Telephons es ermöglichen würde, Actionsströme zu hören, was bekanntlich mit den älteren Telephonformen nicht gelang. In der That haben Bernstein u. Schönlein mit dem verbesserten Siemens'schen Telephon und mit kettenartiger Anordnung mehrerer Muskeln später den Nachweis der Brauchbarkeit des Telephons geliefert, und unabhängig von ihnen auch Wedenskii, dessen Verfahren einfacher und völlig ausreichend ist.

Der eigentliche Versuch wird nun so angestellt, dass man denjenigen Rollenabstand aufsucht, bei dem das Geräusch des Actionsstromes im Telephon gerade aufhört. Dann schliesst man den polarisirenden Strom und kann nun das Geräusch im Telephon wieder vernehmen.

Die Zunahme eines dem Muskel zugeleiteten Stromes beim Tetanisiren ist also eine oscillatorische Erscheinung von gleicher Periode wie die Actionsströme.

Schliesslich habe ich das Vergnügen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Hermann, für seine gütige Unterstützung in beiden vorstehenden Arbeiten meinen wärmsten Dank auszusprehen.

Zur Filtrationsfrage.

Von

Prof. Dr. **J. W. Runeberg**

in Helsingfors.

In diesem Archiv, Bd. XXX S. 544, ist eine längere Arbeit erschienen mit dem Titel: „Beiträge zur Filtrationslehre" von E. N. von Regéczy, Docent und Assistent am physiologischen Institute in Buda-Pest. Der Verfasser wendet sich in derselben direkt polemisch gegen meine im „Archiv der Heilkunde" Bd. XVIII veröffentlichten Untersuchungen: „Ueber die Filtration von Eiweisslösungen durch thierische Membranen." Dergleichen Polemik ist im Allgemeinen wenig geeignet, das Verständniss der Sache zu fördern, wesshalb ich gezweifelt habe, ob ich v. R.'s Behauptungen einer Kritik unterziehen solle. Da aber mancher Leser bei weniger genauer Prüfung zur Ansicht verleitet werden könnte, dass die vom Verfasser aufgestellten Sätze sich wirklich auf seine Experimente stützen, was in der That gar nicht der Fall

ist, habe ich doch geglaubt, einige Umstände hervorheben zu sollen, welche wohl geeignet wären, uns über den Stand der Dinge aufzuklären. Auch glaubte ich v. R.'s Artikel nicht unbeachtet lassen zu sollen schon desshalb, weil er in demselben ziemlich offen andeutet, dass ich Untersuchungen früherer Forscher verschwiegen und mir fremdes Verdienst angeeignet. Da in Wirklichkeit eine derartige Beschuldigung jeden Grundes entbehrt, ein Theil der Leser aber, der die Sache nicht weiter untersucht, doch glauben könnte, dass daran irgend was Wahres sei, glaube ich, diese nicht nur meine wissenschaftliche, sondern auch meine persönliche Ehre antastenden Insinuationen zurückweisen zu sollen.

Der Verfasser leitet seinen Artikel mit „Kritischen Bemerkungen" ein. Nachdem er meine Lehre von der Einwirkung des Filtrationsdruckes auf die Permeabilität der Membranen recapitulirt und ohne Berechtigung behauptet, dass dieselbe „ohne jedwelche strengere Revision und Beurtheilung der Originaluntersuchungen acceptirt" wurde und „als eine der grössten Errungenschaften auf dem Gebiete der neueren Medicin betrachtet" werde, fährt v. R. fort: „Untersuchungen von solcher Tragweite verdienen jedoch, dass man auch die Experimente prüfe und wiederhole." Der ganze Artikel von v. R. gibt sich nun den Schein, als ob er auf solcher „Prüfung und Wiederholung" gegründet wäre. Wie es sich aber damit verhält, werden wir gleich erfahren. Meine Untersuchungen bezogen sich, wie ja auch aus dem Titel ersichtlich, auf die Filtration von Eiweisslösungen durch thierische Membranen, und nur im Vorübergehen berührte ich die Filtration von Salzlösungen. Unter v. R.'s sämmtlichen Experimenten findet sich aber nur ein einziges (Nr. XVII), in welchem eine Eiweisslösung und thierische Membran angewandt wurde; in diesem einen Experiment wieder finden wir nur eine einzige Bestimmung mit dem Zwecke, die Verhältnisse zu prüfen, welche Gegenstand meiner Untersuchungen waren, und diese einzige Bestimmung steht im Widerspruch mit den Behauptungen des Verfassers und in Uebereinstimmung mit meinen Befunden. Der Verfasser widerspricht nämlich meinem Satze, dass bei der Filtration von Eiweisslösungen die Filtrationsgeschwindigkeit nach der Druckruhe steigt; in dem einzigen Experiment aber mit Eiweisslösung und thierischer Membran, das er anführt, finden wir, dass die Filtrationsmenge von 0,097 vor der Ruhe auf 0,114 nach der Ruhe stieg (s. S. 579). v. R.'s sämmtliche übrigen Experimente sind

theils mit thierischen Membranen und Salzlösungen angestellt und können also natürlich keine Anwendung finden auf die Frage über die Eiweissfiltration; zum Theil sind sie mit Salz- oder Eiweisslösungen und Filtrirpapier (!) angestellt, welches natürlich nicht auch nur annähernd dieselben Bedingungen gibt wie die thierische Membran. Und das hält v. Regéczy für eine „Prüfung und Wiederholung" meiner Experimente.

Auf der nächsten Seite (545) citirt Verfasser wörtlich meine auf vielfältigen Experimenten mit Eiweisslösungen und Emulsionen begründete Darstellung der Wirkung des Druckes auf die Permeabilität der Membranen für diese Flüssigkeiten und sagt dann: „Meine eigenen Untersuchungen stehen in directem Widerspruche mit den citirten Angaben. Ich fand nämlich, dass je grösser der Druck war, unter welchem die Filtration erfolgte, desto mehr Eiweiss im gleichen Zeitraume durch die Membran ging, dass daher der Druck die Filtration des Eiweisses befördert und nicht — wie Runeberg behauptet — verhindert." Man sollte nun, da der Verfasser ja von seinen eigenen Untersuchungen spricht, erwarten, in seinen Experimenten eine Bestätigung dieses gesperrt gedruckten Cardinalsatzes zu finden, jedoch — mirabile dictu — in seinen Tabellen findet sich keine einzige einschlägige Untersuchung, ja überhaupt keine einzige Bestimmung der Eiweissmenge.

In der That berühren des Verfassers Versuche überhaupt gar nicht die Fragen, welche Hauptgegenstand meiner Experimente waren, und können sie daher weder bestätigen noch widerlegen, wie eine nähere Prüfung von v. R.'s Tabellen leicht nachweist.

Die erste Serie, Tab. I—IX, S. 553—556, umfasst eine Menge Versuche, in welchen ausnahmslos als Filtrir-Membran Papier verwandt wurde. Aus den Experimenten geht nun das kaum unerwartete Resultat hervor, dass die Poren des Filtrirpapieres bei fortgesetzter Filtration sich verstopfen, und dass die Filtration wieder leichter vor sich geht, wenn das Papier mit Wasser ausgespült wird. Die Resultate sind unbestreitbar, und man konnte sie sich von vornherein kaum anders vorstellen; andererseits ist es aber klar, dass sie in keinerlei Zusammenhang stehen mit den eigenartigen Erscheinungen, welche man bei der Filtration von Eiweisslösungen durch die in physicalischer Beziehung durchaus abweichenden thierischen Membranen beobachten kann. Die Versuchsanordnung bildet auch in keiner anderen Hinsicht irgend eine

Analogie mit meinen Versuchen, und diese ganze Serie kann daher in keiner Hinsicht zur Beleuchtung auch nur einer derjenigen Fragen dienen, welche den Gegenstand meiner Untersuchungen bildeten. Die Schlusssätze und physicalischen Betrachtungen, welche Verfasser diesen Experimenten anschliesst, sind von ziemlich eigenthümlicher Art, auf deren Beleuchtung ich verzichte.

Die zweite Serie, Tab. X—XVII, S. 562—587, umfasst Versuche mit thierischen Membranen. In einem einzigen derselben bestand die Filtrationsflüssigkeit aus Eiweisslösung, in allen übrigen aus Salzlösungen. Drei Umstände werden in dieser Serie der Untersuchung unterworfen: 1) Die Einwirkung der Filtrationsdauer; 2) die Einwirkung der Druckruhe und 3) die Einwirkung einer intermediären Wasserfiltration. Die beiden ersten Fragen waren auch Gegenstand meiner Untersuchungen, die dritte nicht. Werfen wir nun einen Blick auf die aus seinen Tabellen hervorgehenden Resultate des Verfassers.

In Nr. XVII, dem einzigen Experiment, wo der Verfasser eine Eiweisslösung durch eine thierische Membran filtrirt hat, finden wir ebenso wie in meinen gleichartigen Experimenten eine rasche Abnahme der Filtrationsgeschwindigkeit mit der Zeit und weiter ebenso wie in meinen Versuchen, doch im Widerspruche zu Verfassers Schlusssätzen im Text, eine Steigerung durch Druckruhe. Was die Versuche mit Salzlösungen betrifft, so können sie natürlich nur mit meinen gleichartigen Experimenten mit Salzlösungen verglichen werden, welche ich neben meinen Hauptversuchen, die Eiweisslösungen betrafen, anstellte. In meiner Abhandlung habe ich nun nachgewiesen (l. c. S. 30 ff.), dass sowohl die Abnahme der Filtrationsgeschwindigkeit mit der Dauer als die Zunahme derselben nach der Ruhe sich in unvergleichlich geringerem Grade geltend machen bei Filtration von Salzlösungen als von Eiweisslösungen. So sage ich z. B. (l. c. S. 31): „Bei höherem Druck tritt dann eine Abnahme mit der Zeit ein, aber, wie gesagt, in viel geringerem Grade als bei Eiweisslösungen. Ebenso findet man, dass die Membran etwas an Durchlässigkeit gewinnt, wenn sie einige Zeit vom Drucke befreit war, oder unter Einwirkung niedrigerer Druckgrade gestanden hat, indem die Filtratmengen nachher etwas grösser gefunden werden als vorher bei denselben Druckgraden. Alle diese und ähnliche Erscheinungen sind aber im Vergleich zu den bei Eiweisslösungen zu beobachtenden von verhältnissmässig sehr geringer Bedeutung.“ Die Einzelheiten sind deut-

lich aus meinen zugehörigen Tabellen ersichtlich. Durchaus in Uebereinstimmung hiermit sehen wir in v. R.'s Tabellen eine geringe Abnahme mit der Zeit und in der Mehrzahl der Fälle eine Steigerung nach der Druckruhe. In beiden Punkten sind allerdings die Resultate des Verfassers inconstant und einander widersprechend, was bei nicht hinreichend sorgfältiger Versuchsanordnung leicht geschieht, da der Einfluss von Zeit und Druckruhe bei Salzlösungen, wie schon gesagt, sehr gering ist. Zwar behauptet der Verfasser selbst, seine Experimente hätten bewiesen, dass eine Steigerung der Filtratmenge durch Druckruhe nicht stattfinde; doch von den elf hierhin gehörigen Bestimmungen, die sich in des Verfassers Tabellen finden, trat solch eine Steigerung ein in 6 Fällen und fehlte in 5. In einem dieser 5 Fälle weiter (Nr. XIV S. 574) ist allerdings in der ersten Bestimmung nach der Druckruhe keine Steigerung zu erkennen, wohl aber in allen gleich darauf folgenden; in einem anderen wieder (Exp. Nr. XI) machen sich auch sonst so bedeutende Unregelmässigkeiten geltend, dass fast jede Bestimmung mit des Verfassers eigenen Sätzen in Widerspruch steht. Hätte v. R. in seinen Versuchen Eiweisslösungen angewandt, so würde er diesen Einfluss der Druckruhe haben in unvergleichlich höherem Grade sich geltend machen sehen.

Verfasser hat weiter in seinen Experimenten, freilich auch das wieder nicht constant, eine Steigerung der Filtrationsgeschwindigkeit beobachtet, wenn die Membran mit Wasser durchtränkt war. Unter allen Factoren, welche in dieser Beziehung einen Einfluss haben können, will der Verfasser nur einen gelten lassen; das Reinigen der Poren durch Fortspülen verstopfender Partikel; selbstverständlich sind aber die Verhältnisse hier viel complicirter, als v. R. sich das vorgestellt hat. Da aber dieser Theil von Verfassers Experimenten nichts mit meinen Untersuchungen zu thun hat, in welchen ja diese Frage gar nicht berührt worden ist, so gehe ich darüber hinweg.

Die letzte Serie, Tab. XVIII—XXII, S. 590—595, umfasst Experimente, welche den Einfluss des Druckes auf die Filtrationsgeschwindigkeit betreffen. Verf. citirt meinen Satz, dass bei der Filtration von Eiweisslösungen die Menge des Filtrates allerdings bei steigendem Drucke steigt, jedoch in unvergleichlich geringerer Progression als dieser. Um nun diesen für Eiweisslösungen geltenden Satz zu prüfen, stellt Verf. eine Serie von Experimenten mit Salzlösungen an, welche sich in dieser

Hinsicht wesentlich anders verhalten, wie ich schon in meinem mehrfach erwähnten Aufsatze im Arch. d. Heilk. sowohl im Texte hervorgehoben, wie auch graphisch in den daselbst gegebenen Diagrammen dargestellt habe. Auf Grund nun seiner Ergebnisse mit Salzlösungen zieht Verf. den Schluss, dass mein auf Eiweisslösungen sich beziehender Satz unrichtig ist.

Zu meinem eigentlichen Gegenstande, der Filtration von Eiweisslösungen, hat des Verf. letzte Serie von Experimenten also überhaupt keinen Bezug, weil sie diese Frage gar nicht berühren. Dagegen können sie wohl mit meinen Versuchen mit Salzlösungen, welche ich auf S. 30 ff. (Arch. d. Heilk. l. c.) dargestellt habe, verglichen werden und man findet in der That, dass in diesem Punkte die Versuchsresultate etwas von den meinigen abweichen. Ich fand nämlich, dass die Filtratmenge bei Salzlösungen allerdings weit mehr einem zum Drucke proportionalen Verhältnisse sich nähert, ja, bei gewissen Lösungen dasselbe fast vollständig erreicht; nie aber übersteigt in meinen Versuchen die Filtratmenge ein dem Drucke proportionales Verhältniss, sondern zeigt im Gegentheil eine deutliche, wenn auch geringe Abweichung in derselben Richtung wie bei Filtration von Eiweisslösungen. v. R. dagegen fand in seinen Versuchen, dass die Filtratmenge in etwas stärkerer Progression stieg als der Druck. Dies ist wirklich ein Umstand — der einzige — in welchem v. R.'s Experimente, soweit man aus seinen Tabellen ersehen kann, mit meinen Resultaten in Widerspruch stehen. Wo die Ursache zu diesem Widerspruche liegt, möchte ich jetzt nicht abmachen. v. R.'s Methode ist aber im Allgemeinen nicht von der Art, dass man zuverlässige Resultate erwarten könnte. Die ungemein unbeständigen und einander widersprechenden Resultate, die man in des Verf. Tabellen antrifft, zeugen von Fehlern in der Methode oder Ausführung. In jedem Fall gelten sie, wie schon hervorgehoben, ausschliesslich nur für Salzlösungen.

Beiläufig möchte ich noch darauf hinweisen, dass gerade die in Frage stehende Ungleichheit zwischen Eiweiss- und Salzlösungen einer der vielen Beweise dafür ist, dass die Durchgängigkeit der Membran für Eiweisslösungen mit steigendem Drucke abnimmt; denn wenn das nicht der Fall wäre, so müsste natürlich bei der Filtration von Eiweisslösungen gleich wie bei der von Salzlösungen die Filtratmenge in einem nahezu proportionalen Verhältnisse zum Drucke stehen, wie ja bei der Filtration durch unveränderliche Capillarrohre der Fall ist.

Hätte v. R. ausser seinen Versuchen mit Salzlösungen auch nur einen einzigen gleichartigen mit Eiweisslösung angestellt, so würde er sich wohl eine ganze Menge falscher Schlüsse erspart haben.

Das sind also die Resultate von v. R.'s Experimentaluntersuchungen, wie sie aus seinen Tabellen hervorgehen. Wie man sieht, so stehen sie nur in einem einzigen ziemlich unwesentlichen Punkte im Widerspruche mit meinen Ergebnissen. Seine ganze Polemik gegen mich stützt sich in der That gar nicht auf widersprechende experimentelle Resultate, sondern nur auf theoretische Construktionen und auf Schlüsse, die theils aus seinen eigenen Experimenten mit Salzlösungen gezogen sind, die er ohne weiteres auf Eiweisslösungen anwendet; theils aus meinen eignen Versuchen, die er in den wichtigsten Punkten vollkommen falsch aufgefasst hat.

Ich gehe jetzt über zu von Regéczy's Versuch, mich als Usurpator der Ergebnisse anderer Forscher darzustellen. Nach genauer Prüfung erachte ich es für wahrscheinlich, dass die Darstellung des Verfassers in gutem Glauben geschehen und nur auf Missverständnissen beruht; diese sind aber so kolossal, dass man sie anfänglich gar nicht für möglich hält.

Ich hatte in meiner Arbeit unter anderm constatirt, dass die Filtratmenge mit der Filtrationszeit abnimmt. Auf S. 546—548 giebt sich nun v. R. alle Mühe zu beweisen, dass die Feststellung dieses Satzes Eckhard zuzuschreiben sei. Jedoch wozu bedurfte es dieses Beweises? ich hatte ja schon in meiner Abhandlung auf das ausdrücklichste hervorgehoben, dass solches der Fall ist. Nachdem ich nämlich erwähnt, dass W. Schmidt eine Zunahme der Filtratmenge mit der Filtrationsdauer gefunden, fahre ich fort (Arch d. Heilk. l. c. p. 5): „Dagegen haben Eckhard, sowie später Marcus in einer unter Eckhards Leitung ausgeführten Untersuchung in einigen genauen Experimenten die Frage von dem Einflusse der Zeit auf die Filtratmenge untersucht und bestimmt gezeigt (Eckhard bei destillirtem Wasser, Marcus bei Gummilösungen), dass unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen die Filtratmenge mit der Zeit abnimmt.“ Kann man sich wohl mit grösserer Bestimmtheit ausdrücken, oder lässt der angeführte Satz irgend einen Zweifel darüber zu, wen ich für den ersten halte, der das in Frage stehende Verhalten nachgewiesen!

Auf derselben Seite versucht v. R. darzulegen, dass ich

Eckhard vollständig missverstanden und knüpft daran allerlei Reflexionen. Ich muss gestehen, dass mir all das anfänglich ganz unbegreiflich war; schliesslich aber fand ich doch die Lösung des Räthsels. Nach den soeben von mir citirten Worten fahre ich nämlich fort (l. c. S. 5): „Zwar hat Eckhard in zwei sehr beachtenswerthen Experimenten auch eine Zunahme der Filtratmenge, nachdem die Membran einige Zeit dem Einflusse des Druckes entzogen wurde, gesehen. Doch legt er selbst dieser Beobachtung keine besondere Bedeutung bei. Er ist vielmehr geneigt anzunehmen, dass diese Erscheinung von einem Versuchsfehler abhängt, indem möglicher Weise bei dem plötzlichen Wiedereintreten von Druck nach Ruhe einige Fasern der Membran zerrissen werden, Da Eckhard selbst dieser Beobachtung nur geringe Aufmerksamkeit geschenkt hat, ist sie von Anderen ganz ignorirt worden, und doch bildet sie, wie wir später kennen lernen, eine ganz gesetzmässige Erscheinung bei filtrirenden Eiweisslösungen."

Trotz dem Zusammenhange, trotz den Sprachgesetzen hat nun v. R. gemeint, dass die Ausdrücke: „diese Beobachtung", „diese Erscheinung" und „eine ganz gesetzmässige Erscheinung", sich nicht allein auf das Phänomen beziehen, von dem eben die Rede ist, nämlich die Erhöhung der Filtratmenge nach der Druckruhe, sondern auch auf das Phänomen, das in den vorhergehenden Sätzen besprochen wurde, nämlich die mit der Dauer abnehmende Filtrationsgeschwindigkeit.

In Folge dieses Missverständnisses hat nun v. R. die erwähnten Seiten seiner Abhandlung niedergeschrieben.

Der beregte Sachverhalt ist also folgender: Ich constatirte Eckhard's im Gegensatze zu Schmidt's Ergebnissen stehenden Satz, dass die Filtratmenge mit der Zeit abnimmt und zeigte ausserdem, dass Eckhard's in zwei Experimenten gemachte Beobachtung, dass die Filtratmenge nach der Druckruhe steigt, welche Beobachtung von ihm selbst als wahrscheinlich auf Versuchsfehlern beruhend angesehen, von Anderen ganz übersehen wurde, in der That bei Eiweisslösungen eine vollkommen gesetzmässige Erscheinung ist. Ich habe weiter nachgewiesen, dass dieselbe Erscheinung beobachtet werden kann, nicht allein nach vollständiger Druckruhe, sondern auch nach Drucksenkung und dass die Steigerung der Filtratmenge unter dem Einflusse der Druckherabsetzung allmählich eintritt und Schritt für Schritt verfolgt werden kann. Ich habe ferner gezeigt, dass nicht nur die Filtratmenge, sondern auch

der Eiweissgehalt des Filtrates gleicher Weise abnimmt mit der Dauer und zunimmt nach der Druckruhe oder Drucksenkung. Dies sind die neuen Beobachtungen und sie bilden die Grundsteine meiner Lehre von dem Einflusse des Druckes auf die Permeabilität der Membranen.

Der zweite Satz, den ich nach v. R.'s Andeutung annectirt haben sollte, ist der, dass bei Steigerung des Druckes auch die Filtratmenge steigt. Indessen habe ich in meinem Aufsatze (l. c. S. 10) mit gesperrter Schrift die sicheren Resultate früherer Forscher aufgezählt, darunter aber wörtlich „die Zunahme der Filtratmenge bei zunehmendem Drucke". Dies ist eben eine Erscheinung, die von allen Experimentatoren beobachtet worden ist und auch a priori kaum anders erwartet werden konnte. Es konnte mir daher überhaupt gar nicht einfallen, diese Thatsache als ein neues Resultat meiner Untersuchungen hinzustellen. Wohl aber habe ich nachgewiesen, dass bei der Filtration von Eiweisslösungen die Filtratmenge in weit geringerer Progression zunimmt, als der Druck und nicht im selben Verhältnisse, während das ohne Zweifel geschehen würde, — wie ja auch bei der Filtration durch unveränderliche Capillarröhrchen der Fall ist, — wenn die Durchgängigkeit der Membran bei verschiedenen Druckgraden dieselbe bliebe. Diese Erscheinung ist eben auch einer der Gründe für meinen Satz von der Einwirkung des Druckes auf die Permeabilität der Membranen. Wie ich weiter unten zeigen werde, hat auch Nasse dieses jetzt von v. R. so bestimmt bestrittene Verhalten beobachtet.

Auf derselben Stelle (S. 549) führt v. R. vier Sätze meiner Arbeit an, welche mit einander in Widerspruch stehen sollen. Indessen sind drei dieser Sätze so wenig einander widersprechend, dass sie sogar alle zusammen nur eine Conclusion bilden. Es sind die folgenden: „Die Filtrationsschnelligkeit steigt und sinkt mit dem Druck." „Der Albumingehalt des Filtrats wird bei Drucksteigerung geringer, und nimmt bei Druckerniedrigung dagegen zu." „Die durchfiltrirte absolute Albuminmenge bleibt sich bei jedem Druckgrade so ziemlich gleich." v. R. hätte diese drei Sätze in meiner Abhandlung auf einer Stelle vereinigt finden können und hätte er sie hier gelesen, so würde vielleicht sogar er gefunden haben, dass sie einander keineswegs widersprechen. Ich sage nämlich l. c. p. 42: „Man findet leicht, dass, wenn bei steigendem Druck die Filtrationsschnelligkeit etwas steigt, der Albumingehalt des Filtrats aber sinkt, und umgekehrt

bei absteigendem Drucke die Filtrationsschnelligkeit sich zwar vermindert, der Albumingehalt des Filtrats aber vermehrt ist, dass unter diesen Umständen die in einer bestimmten Zeit durchfiltrirte absolute Albuminmenge bei den verschiedenen Druckgraden kleinere Differenzen zeigen muss, als jeder der beiden Factoren, Filtratmenge und Albumingehalt, für sich allein. Es zeigt sich in der That die physiologisch wichtige Erscheinung, dass die durchfiltrirte absolute Albuminmenge bei jedem Druckgrade sich so ziemlich gleich bleibt." Dass dieser Satz wirklich richtig ist, habe ich übrigens noch ausführlicher dargelegt in einer Arbeit in Hoppe-Seylers „Zeitschrift für physiol. Chemie" Band VI H. 6; jedoch gilt derselbe natürlich nur für die Lösungen und die Membranen, von welchen hier die Rede ist, denn die absolute Albuminmenge muss selbstverständlich in hohem Grade wechseln, je nach der Filtrirbarkeit der angewandten Albuminlösung und der Dichtheit der Membran.

In dem vierten vom Verfasser citirten Satze findet sich dagegen wirklich eine offenbare Unrichtigkeit, die sich bei der sprachlichen Correctur der Arbeit und ihrer Drucklegung, die ich nicht selbst überwachen konnte, eingeschlichen hat. Die Stelle lautet nämlich nach des Verfassers Citat: „Unter allen Umständen, unter welchen die Filtratmenge geringer ist, auch ein verminderter Albumingehalt des Fitrats beobachtet wird." In meinem Manuscript, das ich eben vor mir liegen habe, stehen an Stelle der Worte „unter allen den Umständen, unter welchen die Filtratmenge geringer ist", die Worte: „unter allen Umständen, welche eine verringerte Permeabilität der Membran hervorrufen." In der Form, wie der Satz im gedruckten Aufsatze jetzt steht, ist er allerdings vollständig richtig für alle übrigen Fälle, ebenso unrichtig aber für den einen einzigen Fall, dass die verminderte Filtratmenge durch Herabsetzung des Druckes bedingt wird. Da ich jedoch überall hervorgehoben habe, dass die Filtratmenge bei abnehmendem Drucke fällt, und als einen Hauptsatz betont, dass der Albumingehalt unter denselben Umständen zunimmt und weiter gleich nach dem citirten, in einem Punkte unrichtigen Satze ausführlich und detaillirt den richtigen Sachverhalt entwickele, so war es gewiss nicht schwierig, zu erkennen, dass hier irgend ein vereinzelt dastehendes Versehen vorlag, das im Uebrigen keinen Einfluss auf die Schlusssätze haben konnte. Es gehört in der That viel dazu, um mir auf Grund dieses offenbaren Druckfehlers

„drei Behauptungen, welche einander total widersprechen", anzuconstruiren.

Nach v. R. habe ich ausser den im Vorstehenden berührten beiden Sätzen über die Abnahme der Filtrationsgeschwindigkeit mit der Zeit und der Steigerung der Filtratmenge mit steigendem Drucke, noch einen dritten annectirt, den nämlich, dass der Procentgehalt des Filtrates an Albumin bei steigendem Drucke ab- und bei sinkendem zunimmt. v. R. behauptet, W. Schmidt sei es gewesen, der diesen Satz bewiesen habe, und ich habe ihn nur bestätigt. Ich will v. R.'s eigene Worte anführen (S. 586): „Runeberg erwähnt nicht, dass schon Schmidt, in dieser Hinsicht dasselbe fand, was er nachher bestätigt, sondern sagt: „„Der relative Procentgehalt des Filtrates ist (nach Schmidt) bei Filtration von Gummi- und Eiweisslösungen geringer bei niedrigem Drucke, bei geringerer Concentration der Lösung und bei höherer Temperatur. Die Filtrationsgeschwindigkeit nimmt mit der Dauer der Filtrationszeit zu."" Wohingegen Schmidt behauptet: „Auflösungen von Gummi und Eiweiss geben merkbar weniger concentrirte Filtrate. Auch schien die Abweichung des Filtrats von der ursprünglichen Flüssigkeit bedeutender zu sein bei grösserem Drucke und bei höherer Temperatur."

Wie soll man das nun verstehen? — Die vom Verfasser angeführte Aeusserung von Schmidt findet sich wirklich, jedoch nur als ein einzeln dastehender Satz, ohne jede nähere experimentelle Begründung, in der Einleitung zu seinem ersten Artikel (Poggendorff's Annalen Bd. 99), welcher im Uebrigen ganz und gar andere Fragen behandelt. In seinem späteren Artikel (Pogg. Annal. Bd. 114), wo Schmidt seine Versuche mit Gummi- und Eiweisslösungen niedergelegt hat und unter anderem gerade auch diese Frage behandelt, nimmt er seine frühere leicht hingeworfene Aeusserung so vollständig, wie nur möglich, zurück. Er hebt nämlich hervor, dass die Versuchsmethode bei seinen früheren Untersuchungen an verschiedenen Mängeln litt, welche allerdings für die Fragen, mit welchen er sich damals eigentlich beschäftigt, ohne Bedeutung waren, wohl aber von grösstem Einfluss auf die Concentration des Filtrates; und in Bezug auf den von v. R. citirten Satz sagt er wörtlich (l. c. S. 344): „Dagegen hat meine damalige Bemerkung über die abweichenden Concentrationen des Filtrats bei Gummilösungen und Eiweisslösungen wegen der Man-

gelhaftigkeit der Versuchsmethode keinen Werth." Die Resultate, welche er bei seinen Versuchen mit Gummi- und Eiweisslösungen erhalten zu haben glaubt, giebt er genau ebenso wieder, wie ich es gethan und ausser mir übrigens auch alle Anderen, die vor v. R. über den Gegenstand geschrieben. So zieht er aus seiner ersten Serie von Experimenten mit Gummilösungen den Schluss: „Bei geringerem Drucke ist der relative Procentgehalt des Filtrats kleiner" (l. c. p. 359). Als Resultat seiner zweiten Serie, gleichfalls Experimente mit Gummilösungen betreffend, stellt er den Satz hin, dass der relative Procentgehalt des Filtrates „für geringeren Druck unter sonst gleichen Umständen kleiner, also die Verschiedenheit des Filtrats von der oberen Lösung grösser ist" (l. c. p. 361). Aus der dritten Serie endlich zieht er den Schluss: „dass auch bei Filtration von Eiweisslösungen der relative Procentgehalt des Filtrats für höhere Drucke . . . . grösser ist" (l. c. p. 363). Die Resultate, zu welchen Schmidt gekommen zu sein glaubt, sind also gerade entgegengesetzt den meinigen.

Der wirkliche Sachverhalt in dieser Angelegenheit ist der, dass, soviel ich weiss, vor meinen Untersuchungen nur Nasse in einigen Versuchen eine Abnahme des Albumingehaltes mit steigendem Drucke gefunden[1]), und das von mir constatirte Verhalten ist

1) Wenn v. R. besser die Literatur des Gegenstandes beherrscht hätte, würde er mir mit viel mehr Grund den Vorwurf der Annectirung fremder Resultate haben machen können, als er jetzt gehabt. Als ich nämlich meine Arbeit niederschrieb, hatte ich keine Kenntniss von einer Abhandlung H. Nasse's, die in einer academischen Gelegenheitsschrift vom Jahre 1871 versteckt war. In dieser Abhandlung: „Untersuchungen über die Einflüsse, welche die Lymphbildung beherrschen", fasst er die Resultate zusammen, zu welchen er mit seinen Untersuchungen über die Transsudation von Serum durch thierische Membranen gekommen, und hier nun liest man unter anderen folgende Sätze: „Mit steigendem Druck wächst bei dünnen Häuten auch die Filtrationsgeschwindigkeit, aber nicht demselben proportional, sondern in immer geringer werdendem Grade; bei dicken Häuten nimmt sie dagegen ab, weil die einzelnen Schichten der Haut durch den höheren Druck dichter über einander gelagert werden und der Weg durch die Interstitien (Poren) verlegt wird." Ferner: „Eine dünne Haut giebt bei mittlerer Druckhöhe (von etwa 100 mm Hg) ein Filtrat mit weniger festen Bestandtheilen als bei niedriger (von etwa 50 mm Hg) und hoher (von etwa 200 mm). Diese beiden Filtrate sind aber in Betreff der Menge beträchtlich verschieden. (Die Erklärung dieser Erscheinungen ist darin zu suchen, dass bei geringem

noch nicht einmal von anderen Forschern auf experimentellem Wege bestätigt worden; im Gegentheil glaubt Gottwald noch vor Kurzem in einer allerdings durchaus fehlerhaft angeordneten und ausgeführten Arbeit zu ganz entgegengesetzten Resultaten gelangt zu sein (Hoppe-Seyler's Zeitschr. für physiologische Chemie Bd. IV, H. 6).

Verfasser beschliesst seine Abhandlung mit folgenden Worten: „Wäre nun das Filtrirpapier oder Häutchen ein System von starren Capillarröhren, könnte man erwarten, dass die Menge des Filtrats im geraden Verhältnisse zu dem Drucke wachse; da aber eine Membran ein System von Röhren mit elastischen Wänden bildet, ist Nichts natürlicher, als dass die zur Filtration dienenden Wege sich um so mehr erweitern, je grösser der bei der Filtration angewandte Druck ist; folglich wird die Menge des Filtrats, wenn der Druck steigt, sich in schnellerem Verhältnisse vermehren, als es dem Gesetze für Röhren mit starren Wänden entspricht." Dies Raisonnement a priori muss man ja als ganz logisch gelten lassen, und man hatte sich die Sache auch bis auf die letzte Zeit ganz allgemein so vorgestellt. Wenn aber durch die Experimente mit Eiweisslösungen gerade das Gegentheil bewiesen wird; wenn man findet, dass die Filtratmenge in unvergleichlich geringerer Progression steigt, als der Druck, was dann? Muss man dann nicht auch auf das Gegentheil schliessen, dass nämlich die zur Filtration dienenden Wege sich um so mehr verengern, je grösser der bei der Filtration angewandte Druck ist.

Druck die Porencanäle offen sind, bei höherem enger werden und durch noch stärkeren Druck in der dünnen Haut erweitert werden.) Bei der dicken Haut gilt aber das allgemeine Gesetz: Mit Abnahme der Menge nimmt der Wassergehalt zu." Wie man sieht, so hat auch H. Nasse gefunden, dass die Filtrationsgeschwindigkeit in immer geringerer Progression wächst, je mehr der Druck steigt, und dass unter gewissen Umständen der Albumingehalt des Filtrates bei niederem Drucke grösser ist als bei hohem. Diese Sätze von Nasse stehen jedoch allein für sich da, ohne irgend eine nähere Darlegung der Experimente, auf welche er sie gründet, und sie sind im Allgemeinen vollständig unbeachtet geblieben. Ich benutze mit Vergnügen diese Gelegenheit, um hervorzuheben, dass Nasse somit in der That der erste gewesen ist, der diese beiden wichtigen Beobachtungen gemacht hat, deren Richtigkeit v. R. und Gottwald auf Grund fehlerhafter Untersuchungen bestreiten will.

Wenn weiter die Filtratmenge wieder steigt, sobald die Membran für einige Zeit vom hohen Drucke befreit wird, muss man dann nicht annehmen, dass die zur Filtration dienenden Wege durch Befreiung vom Druck ihre frühere Weite wiedererlangen können. Wenn endlich die auf die verschiedenste Weise variirten Experimente mit vollkommener Constanz dasselbe Verhalten ausweisen, sowohl in Bezug auf die Menge wie auf den Albumingehalt des Filtrates, muss man da nicht die alte a priori gefasste Vorstellung fallen lassen und nach einer anderen Erklärung dieser Erscheinungen suchen. Kann man in der That nicht mit gleichem Rechte annehmen, dass die Membran durch Druck verdichtet wird und nach Befreiung von demselben vermöge ihrer Elasticität allmählich ihre frühere Beschaffenheit wieder annimmt, gleich einem Schwamme, den man zusammendrückt und wieder entlastet. Diese Annahme ist ganz ebenso natürlich wie die alte, hat aber den grossen Vortheil für sich, dass sie in vollkommener Uebereinstimmung mit den Erscheinungen sich befindet, welche man in Wirklichkeit beobachtet, während die alte Vorstellung in unzweifelhaftem Gegensatze zu den Versuchsresultaten steht.

Alles Gesagte gilt natürlich zunächst für die Membranen von gleicher Beschaffenheit wie die, welche ich hauptsächlich bei meinen Versuchen angewandt habe, d. h. röhrenförmige Membranen. Es wäre ja denkbar, obgleich wenig wahrscheinlich, dass flächenhaft ausgebreitete Membranen sich in mancher Hinsicht abweichend verhielten. Ich habe röhrenförmige, abgesehen von anderen Gründen, auch deshalb angewandt, weil ja bei den Transsudationsprocessen im Organismus Membranen von dieser Form hauptsächlich in Frage kommen.

Schliesslich möchte ich v. Regéczy für den Fall, dass er in Zukunft noch einmal über Eiweissfiltration durch thierische Membranen zu schreiben gedenkt, den Rath geben, doch seine Versuche so anzustellen, dass er Eiweisslösungen als Filtrationsflüssigkeit und thierische Membranen als Filtrationsmembranen benutzt.

(Aus dem physikalischen Institute zu Rostock.)

Ueber den physikalisch-optischen Bau des Auges von Felis leo fem.

Von

Prof. Dr. **Ludwig Matthiessen.**

Hierzu 1 Holzschnitt.

Von einer $5^1/_2$ Jahr alten Löwin, welche während eines Transports zwischen Rostock und Stralsund aus der Menagerie des Herrn Weidauer entsprungen und am folgenden Tage (17. Juni 1884) Nachmittags $4^1/_2$ Uhr auf der Klein-Kussewitzer Feldmark von einer Compagnie Füseliere des 90. Regiments erlegt worden war, wurden mir durch die Güte meiner Collegen der Professoren Dr. Schatz und Götte etwa 24 Stunden post mortem die beiden Augen zwecks ophthalmometrischer Untersuchung übermittelt. An den beiden noch in sehr gutem Zustande erhaltenen, ziemlich prallen bulbis wurden sofort verschiedene äussere Dimensionen gemessen und gefunden:

	I Auge A.	II Auge B.
Krümmungsradius der Hornhaut	15,0 mm	15,0 mm
Wirklicher Durchmesser der kreisförmigen Pupille	10,0 „	12,0 „
Durchmesser der kreisförmigen Hornhautbasis *pq*	25,0 „	25,0 „
Hornhauthöhe *ao*	9,0 „	7,5 „
Längenaxe des bulbus *an*	36,0 „	— „
Querdurchmesser des bulbus *wx*. . . .	34,0 „	34,0 „

Das augenscheinlich am besten erhaltene Exemplar A wurde behufs genauerer Messungen der inneren Dimensionen sofort in

einen kleinen Beutel von feiner Leinwand eingehüllt und während zweier Stunden in eine Kältemischung von Eis und Kochsalz gelegt, hierauf in horizontalem Querschnitte gespalten und beide Hälften nach einander mit möglichster Genauigkeit nach den verschiedensten Richtungen gemessen. Die Resultate dieser Messungen, wonach die beigegebene in allen ihren Einzelheiten genaue Zeichnung des Axenschnittes in zweifacher Vergrösserung entworfen ist, sind folgende:

Spaltflächen des Auges A.	III.	IV.
Ort der vorderen Linsenfläche *ac*	10,0 mm	10,0 mm
Axe der Krystalllinse *cd*	10,0 „	10,0 „
Durchmesser der Krystallinse *fg*	17,3 „	17,0 „
Abstand der Retina von der hinteren Linsenfläche *dm*	14,0 „	—
Dicke der Hornhaut *ab*	—	1,1 „
Axe der vorderen Augenkammer *bc*	—	9,0 „
Ort des hinteren Linsenscheitels *ad*	—	20,0 „
Ort der Retina *am*	34,0 „	34,5 „
Schiefer Abstand der Retina vom vorderen Linsenscheitel *cv*	23,0 „	—
Innerer Querdurchmesser des Auges 2 mm hinter der Linse *ik*	33,0 „	33,0 „
Innerer Querdurchmesser des Auges im vorderen Linsenscheitel *ys*	26,0 „	—
Aeusserer Querdurchmesser des Auges im vorderen Linsenscheitel *rs*	30,0 „	31,5 „
Aeusserer Querdurchmesser des Auges im hinteren Linsenscheitel *wx*	36,0 „	36,0 „
Längenaxe des Bulbus *an*	35,0 „	—
Hintere Dicke der Sklera *mn*	1,5 „	1,5 „
Seitliche Dicke der Sklera *kl*	1,0 „	1,0 „
Dicke der Sklera im Linsendurchmesser, in *t* und *u*	2,5 „	2,5 „
Krümmungsradius der Hornhaut	—	15,0 „
Krümmungsradius der vorderen Linsenfläche	11,0 „	11,0 „
Krümmungsradius der hinteren Linsenfläche	11,0 „	11,0 „
Krümmungsradius der hinteren Retinaschale in *m*	19,5 „	20,0 „
Krümmungsradius der seitlichen Retinaschale in *i* und *k*	—	12,0 „

Von Wichtigkeit war nun eine möglichst genaue Bestimmung des Ortes der Retina, wenn man bei der Annahme stehen bleibt, dass das todte Auge sich im accomodationslosen Zustande befindet, also auf seinen Fernpunkt accomodirt ist. Die directen Messungen am gefrorenen Auge ergaben im Mittel 34,25 mm. Zur Controle dieses Werthes erhalten wir aus den Reihen I—IV theils direct, theils durch Combination folgende Werthe für *am* und *an*:

Aus I	an	$= 36{,}0$ mm
III	an	$= 35{,}0$ „
III	$an = am + mn$ . . .	$= 35{,}5$ „
III	$an = ac + cd + dm + mn$	$= 35{,}5$ „
IV	$an = am + mn$ . . .	$= 36{,}0$ „
	an im Mittel	$= 35{,}6$ mm

Ferner aus III	am	$= 34{,}0$ mm
III	$am = ac + cd + dm$	$= 34{,}0$ „
III und I	$am = an - mn$	$= 34{,}5$ „
III	$am = an - mn$	$= 33{,}5$ „
IV	am	$= 34{,}5$ „
	am im Mittel	$= 34{,}1$ mm.

Hieraus ergiebt sich $mn = an - mm = 1{,}5$ mm (gemessen 1,5 mm) und als mittlerer Ort der Retina $am = 34{,}1$ mm. Wir werden uns also wenig von der Wirklichkeit entfernen, wenn wir den aus den directen Messungen am gefrorenen Auge erhaltenen Mittelwerth 34,25 mm festsetzen.

Horizontaler Längsschnitt des Löwenauges in zweifacher Vergrösserung.

Zu Messungen des Refractionsvermögens des Löwenauges war vorher das Auge B bestimmt und zur Conservirung sogleich in einen Eiskübel gestellt worden. Die Messungen der Brechungsindices, welche mit Hülfe des grossen Abbe'schen Refractometers No. 54 ausgeführt wurden, konnten erst am Morgen des 19. Juni (etwa 36 Stunden post mortem) vorgenommen werden. Es zeigte sich aber, dass das Auge in dem Eiskübel durchaus unverändert geblieben war; die brechenden Medien waren vollkommen krystallhell. Zunächst wurde das Refractometer auf den Index des destillirten Wassers geprüft und gefunden $n_D = 1{,}3336$ bei 13,5° R. Dann wurde mit Hülfe eines schmalen Einschnittes in die Sklera der Index des Glaskörpers an zwei Proben bestimmt und nun die Krystalllinse durch einen breiten Einschnitt in den hinteren Theil der Sklera vorsichtig herausgenommen. Eine Messung der Krümmung der vorderen Linsenfläche ergab für ihren Radius genau den früheren Werth (Auge A), nämlich im Mittel 11,0 mm. Der Krümmungsradius der hinteren Linsenfläche dagegen konnte nicht gemessen werden, da die hintere Linsenkapsel beim Herausnehmen etwas beschädigt war. Jetzt wurde die Krystalllinse mit möglichster Sorgfalt durch einen axialen Schnitt halbirt und die beiden Hälften auf feuchten Korkplatten in einem mit nassem Fliesspapier feucht erhaltenen Behälter während der Refractionsbestimmungen aufgehoben. Die Resultate dieser Messungen, bei denen jedesmal vier correspondirende Ablesungen für dieselbe Probe vorgenommen wurden, ergaben folgende Mittelwerthe:

Indices der brechenden Medien des Auges B.	V. 1. Linsenhälfte.	VI. 2. Linsenhälfte.
Destillirtes Wasser von 13,5° R. $n_D = 1{,}3336$.		
Index des Glaskörpers, erste Probe . . . . . $n_D =$	1,3361	—
Index des Glaskörpers, zweite Probe	1,3365	—
Index der vorderen Linsenkapsel	1,3765	1,3675
Aeusserste Corticalschicht an der vorderen Linsenkapsel	—	1,3858
Hintere Rindenschicht des festweichen Kerns (Axe 7,5 mm, Durchm. 12,5 mm)	—	1,4255
Vordere Rindenschicht des festweichen Kerns (Axe 7,5 mm, Durchm. 12,5 mm)	1,4263	1,4216
Seitliche Rindenschicht des festweichen Kerns am Ende des Durchmessers	—	1,4262
Mittlere Schicht der hinteren Linsenhälfte (2 mm Kerndistanz)	1,4570	—
Kernsubstanz (im Axenbereiche von 3,0 mm)	1,4626	1,4614
" " " " "	1,4620	1,4621
" " " " "	1,4637	1,4656
Kerncentrum	—	1,4701

Hieraus ergaben sich folgende Werthe der für die Dioptrik in Betracht kommenden Indices:

Index der Augenflüssigkeiten . . . $n_D = 1,3363$,
" " äussersten Corticalschicht " $= 1,3858$,
" des Kerncentrums . . . . . " $= 1,4701$.

Hiernach stimmt der Brechungsindex der flüssigen Augenmedien, der äussersten Corticalsubstanz, sowie auch der Linsenkapsel mit den an allen anderen Augen gefundenen sehr nahe überein. Für Kammerwasser unterblieb die Messung; frühere Messungen ergaben hierfür einen nur etwa 0,0003 höheren Index. Die für die Rindenschicht des festweichen Kernes von 7,5 mm Dicke und für eine mittlere Schicht im Abstande von 2 mm vom Kerncentrum resp. gleich 1,4249 und 1,4570 gefundenen Indices bestätigen ausserdem die Richtigkeit des früher[1]) von mir aufgefundenen Gesetzes der Zunahme von der Corticalis bis zum Kerncentrum, nämlich:

$$N = 1,3858\left(1 + \zeta\frac{b^2 - y^2}{b^2}\right).$$

Der Index des Kerncentrums ist

$$N_m = 1,3858\,(1 + \zeta) = 1,4701,$$

also $\zeta = 0,0608$; ausserdem $b = 5,0$ mm. Substituirt man $y = {}^1/_2 \,.\, 7,5$ mm, so wird gefunden $N = 1,4227$ (gemessen 1,4249); substituirt man $y = {}^1/_2 \,.\, 2$ mm, so findet man $N = 1,4566$ (gemessen 1,4577).

In weiterem Rückblick auf die Beobachtungsreihen I—IV glaube ich zu Gunsten der Petit'schen Gefriermethode hervorheben zu müssen, dass weder die longitudinalen Dimensionen noch auch die Krümmungsverhältnisse merklich verändert wurden. Ich will deswegen ihre Daten noch weiter zu einer Berechnung der dioptrischen Cardinalpunkte des Löwenauges benutzen, indem derselben folgende Constanten zu Grunde gelegt werden:

Krümmungsradius der vorderen Hornhautfläche	$r_1 =$	15,0 mm
" " " Linsenfläche	$r_2 =$	11,0 "
" " hinteren Linsenfläche	$r_3 =$	$-$ 11,0 "
Ort der vorderen Linsenfläche	$d_1 =$	10,0 "
Axe der Krystalllinse	$2b = d_2 =$	10,0 "
Ort der Retina	$=$	34,25 "

1) Grundriss der Dioptrik etc. (1877) S. 176. Dies Archiv Bd. XIX, S. 495. Moennich, Ueber den phys.-opt. Bau des Rindsauges in Berlin's Zeitschr. f. vergl. Augenheilk. (1883).

Brechungsindex des destillirten Wassers bei 13,5 ° R. $n_D = 1,3336$,
„ der flüssigen Augenmedien $= 1,3363$,
„ „ äussersten Corticalschicht $= 1,3858$,
„ des Kerncentrums $= 1,4701$.

Wir berechnen zunächst die partiellen Brennweiten der Hornhaut, der vorderen und hinteren Linsenhälfte, sowie den Totalindex der Krystalllinse. Die Tabellen ergeben, dass für den concentrischen festweichen Kern der Linse die Axe 7,5 mm, der Durchmesser 12,5 mm betrug; die Axe der ganzen Linse 10,0 mm und ihr Durchmesser 17,0 mm. Da nun nahezu

$$7,5 : 12,5 = 10 : 17,0,$$

so wird man die Schichten der Krystalllinse als ähnlich und homothetisch betrachten können. Weil ausserdem die Linse gleichseitig ist, so können wir den Totalindex derselben aus der für diese Fälle gültigen Formel[1])

$$n = 1,3858 \left\{ 1 + 2\zeta + \frac{4}{3} \zeta^2 \frac{b}{r_1} \right\}$$

berechnen, wo $b = 5,0$, $r_1 = 11,0$ mm und $\zeta = 0,0608$ zu setzen ist. Die Berechnung ergibt für den absoluten Totalindex der Linse $n = 1,5572$ und für den relativen Index bezüglich Kammerwasser $n_2 = 1,1654$. Die Brennweiten der drei brechenden Flächen nehmen demgemäss folgende Werthe an:

$$f_1 = \frac{-r_1}{n_1 - 1} = -44,643 \text{ mm} \qquad \varphi_1 = \frac{n_1 r_1}{n_1 - 1} = 59,643 \text{ mm}$$

$$f_2 = \frac{-r_2}{n_2 - 1} = -66,505 \text{ „} \qquad \varphi_2 = \frac{n_2 r_2}{n_2 - 1} = 77,505 \text{ „}$$

$$f_3 = \frac{-r_3}{n_3 - 1} = -77,505 \text{ „} \qquad \varphi_3 = \frac{n_3 r_3}{n_3 - 1} = 66,505 \text{ „}$$

ausserdem ist $d_1 = 10,0$ mm, $d_2 = 10,0$ mm.

Hieraus lassen sich die Brennweiten f und φ, so wie die Hauptpunktsdistanzen α_1 und α_2 des ganzen Auges berechnen[2]). Sind

$$f_2 - \varphi_1 + d_1 = J_1,$$
$$f_3 - \varphi_2 + d_2 = J_2$$

die secundären Focalinterstitien, so ist für drei brechende Flächen die Interstitialdeterminante

1) Dies Archiv Bd. XIX, S. 500 (58).

2) Grundriss der Dioptrik etc. S. 85. 143.

$$R_2 = \begin{vmatrix} J_1 & \varphi_2 \\ -f_2 & J_2 \end{vmatrix} = J_1 J_2 + f_2 \varphi_2$$

und weiter $\quad f = \frac{f_1 f_2 f_3}{R_2}, \qquad \varphi = \frac{\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3}{R_2},$

$$\alpha_1 = f - \left\{ f_1 + \frac{f_1 \varphi_1 J_2}{R_2} \right\}, \qquad \alpha_2 = \varphi - \left\{ \varphi_3 - \frac{\varphi_3 f_3 J_1}{R_2} \right\}.$$

Die Berechnung ergibt

$J_1 = -116{,}148, \quad J_2 = -145{,}010, \quad R_2 = 11686{,}9;$

$f = -19{,}690$ mm, $\quad \varphi = 26{,}305$ mm;

$\alpha_1 = H_\alpha S_1 = -\ 8{,}085$ „ , $\quad \alpha_2 = H_\beta S_3 = 11{,}023$ „ .

Daraus ergeben sich sofort folgende Oerter der Cardinalpunkte bezüglich des Hornhautscheitels:

Ort des I. Hauptpunkts	$S_1H_\alpha =$	8,085 mm
„ „ II. „	$S_1H_\beta =$	8,977 „
„ „ I. Hauptbrennpunkts	$S_1F =$	− 11,605 „
„ „ II. „	$S_1\Phi =$	35,282 „
„ „ I. Knotenpunkts	$S_1K_\alpha =$	14,700 „
„ „ II. „	$S_1K_\beta =$	15,592 „
Hauptpunktsinterstitium	$H_\alpha H_\beta =$	0,892 „

Demnach liegt der mittlere Hauptpunkt im Kammerwasser, der mittlere Knotenpunkt im Kerncentrum der Linse. Da das Kerncentrum zugleich der Krümmungsmittelpunkt der Hornhaut ist, so sind beide Umstände für die Periskopie des Löwenauges offenbar ausserordentlich günstig. Aus dem für $S_1\Phi = 35{,}282$ mm gefundenen Werthe geht nun aber noch hervor, dass das Auge mit einer Hypermetropie von 34,25—35,282 mm = — 1,032 mm behaftet ist. In Dioptrien ausgedrückt, findet sich für $\xi_1 = -1{,}032$

$$D = \frac{-\xi_1 \,.\, 1000}{f \,.\, \varphi} = \frac{1032}{19{,}690 \times 26{,}305} = +\ 2{,}00.$$

Diese durch Rechnung gefundene hochgradige Hypermetropie lässt sich nur aus zwei Ursachen erklären, entweder aus dem Umstande, dass die bulbi nicht mehr vollkommen prall und deshalb die Augenaxen etwas zu kurz gemessen waren, oder möglicherweise durch die Annahme von Prof. Berlin[1]), dass bei den Hausthieren und Thieren, welche in der Gefangenschaft leben, fast regelmässig Hypermetropie bis über jenen Werth hinaus beobachtet

1) Ueber den physik.-opt. Bau des Pferdeauges. Zeitschr. für vergl. Augenh. S. 27.

wurde. Bei dem vorliegenden Falle gewinnt die letztere Annahme an Wahrscheinlichkeit durch den Umstand, dass in einer Menagerie befindliche Thiere viel mehr schlafen, als in der Freiheit lebende.

Rücksichtlich des anatomisch-optischen Baues des Löwenauges im Vergleich mit den Augen anderer Säugethiere möge noch auf einige bemerkenswerthe Punkte hingewiesen werden. Bei den Augen der Raubthiere liegt fast regelmässig der Krümmungsmittelpunkt der Hornhaut im Linsencentrum, die Krystalllinse ist nahezu gleichseitig und liegt verhältnissmässig tief im Augapfel, wie folgende Zusammenstellung erweist. Bezeichnet t_1 den Ort des vorderen Linsenscheitels, t_2 die Axenlänge des Glaskörpers, c den Ort des Linsencentrums, so ist bisher gefunden:

	$t_2 : t_1$	$r_1 : c$	$r_2 : r_3$	
Mensch	3,7	1,33	1,67	Listing.
„	4,3	1,44	1,67	Helmholtz.
„	4,8	1,57	1,75	Sömmering.
Affe (Inuus)	3,4	1,30	1,94	„
Pferd	3,4	1,35	1,11	„
„	4,8	1,65	1,61	Matthiessen.
„	2,6	1,21	1,42	Berlin.
Rind	3,4	1,64	1,34	Matthiessen.
„	3,3	1,33	1,45	Moennich.
Schwein	3,3	1,31	1,32	Matthiessen.
Schaf	2,9	1,34	1,39	„
Murmelthier	2,8	1,47	1,39	Sömmering.
Känguruh	2,7	1,35	1,28	„
Kaninchen	2,6	1,31	1,12	Matthiessen.
Elephant	2,3	1,71	1,29	Sömmering.
Walfisch	2,3	1,78	1,30	„
Katze	2,3	1,17	1,00	Matthiessen.
Hund	2,1	1,03	1,18	„
Gemse	2,1	1,40	1,09	Sömmering.
Fledermaus	2,0	0,89	1,50	„
Waschbär	1,5	1,11	0,89	„
Löwe	1,4	1,00	1,00	Matthiessen.
Luchs	1,4	1,04	0,84	Sömmering.
Biber	1,3	1,05	1,07	„
Wolf	1,1	1,08	1,06	„
Stachelschwein	1,0	1,38	0,94	„

(Aus dem physiologischen Institute zu Christiania.)

Die Bestimmung des Traubenzuckers im Harne mittelst des Soleil-Ventzke'schen Polarimeters und die linksdrehenden Substanzen.

Von

Prof. **Worm Müller.**

I.

Vergleichende Bestimmungen des Traubenzuckers im Harne durch Titrirung und Polarisation haben im grossen Ganzen nur minder befriedigende Resultate ergeben, was namentlich aus Tscherinoff's[1]) Untersuchungen von 26 diabetischen Harnen, deren Zuckergehalt mehr als 3 % (3,1 %—8,2 %) betrug, hervorzugehen scheint.

Zur Zuckerbestimmung auf chemischem Wege bediente er sich des Brücke'schen Verfahrens (Erwärmen des Harns, nachdem die Harnsäure entfernt war, mit Kupfervitriol in alkalischer Lösung bis zum Entfärben), und die Polarisationsbestimmungen wurden mittelst eines Soleil-Ventzke'schen Apparates, der sich für reine Traubenzuckerlösungen als sehr gut justirt erwies, sowie mit Hilfe eines solchen von Mitscherlich ausgeführt. Aus diesen Versuchen von Tscherinoff ist man jedoch nach Hoppe-Seyler[2]) kaum ohne Weiteres zu dem Schlusse berechtigt, der Traubenzucker liesse sich mittelst des Polarisationsapparates in diabetischen Harnen nicht bestimmen. Da ich aber auf Grund der von Tscherinoff und Neubauer[3]) gefundenen, nicht übereinstimmenden Resultate an-

1) Ueber die Bestimmung des Harnzuckers aus der Drehung der Polarisationsebene. Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe d. k. k. Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. 51, 2. Abthlg., Wien 1865. S. 102—104.

2) Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse, 4. Auflage, 1875, S. 339 (5. Auflage, 1883, S. 394).

3) Neubauer u. Vogel, Analyse des Harnes, 7. Auflage, 1876, S. 213.

nahm, dass eine grosse Anzahl optischer und chemischer Zuckerbestimmungen in diabetischen Harnen nähere Aufschlüsse über die Ursache dieser Abweichungen geben könnten, so habe ich im Laufe von 8 Jahren zahlreiche vergleichende Bestimmungen mit allen Cautelen ausgeführt und will hiermit das Resultat derselben mittheilen[1]).

Bei den optischen Bestimmungen benutzte ich ein Hoffmann-Wild'sches und ein Soleil-Ventzke'sches Polarimeter (letzteres von Schmidt und Haensch). Nach Hermann Haas[2]) giebt der Hoffmann-Wild'sche Apparat den Zuckergehalt im Harne genauer als der Soleil'sche an; da mir aber der letztere viel zweckmässiger vorkam, wenn man eine grosse Anzahl Untersuchungen auszuführen hat, so habe ich mich bei dieser Untersuchung ausschliesslich des Soleil-Ventzke'schen Saccharimeters bedient. Indem ich bezüglich der Anwendung und der Cautelen des Instruments auf die gewöhnlichen Lehrbücher[3]) verweise, bemerke ich hier bloss, dass sich individuelle Verschiedenheiten bei der Auffassung geltend machen, so dass alle optischen Bestimmungen, wenn die Vergleichung exact ausfallen soll, von einem und demselben Beobachter ausgeführt werden müssen (und am besten mit einem und demselben genau justirten Apparat). Um das von mir angewandte Soleil-Ventzke'sche Polarimeter zu controlliren, wurden wässrige und urinöse Traubenzuckerlösungen[4]) von 8, 6, 4, 3, 2, 1, 0,5 und 0,2 % bereitet, worauf mit jeder einzelnen zehn optische Bestimmungen vorgenommen wurden, deren Mittel als das richtige angenommen wurde.

---

1) Diese Abhandlung ist bereits in diesem Archiv Bd. 16, 1878, S. 582—583, angekündigt.

2) Dies Archiv Bd. 12, 1876, S. 380—382.

3) H. Landolt, das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen, 1879. Neubauer und Vogels (Huppert's) Anleitung zur Analyse des Harns, 8. Auflage, 1881, S. 309—312. Hoppe-Seyler's Handbuch der phys. und path.-chem. Analyse, 5. Auflage, 1883. S. 31—35.

4) Chemisch reiner Traubenzucker wurde in kochendem Wasser (resp. Harn) aufgelöst und die Lösung nach der Abkühlung mit Wasser (resp. Harn) auf das richtige Volumen verdünnt.

	Wässerige Traubenzuckerlösung.			Urinöse Traubenzuckerlösung.		
Wirklicher Zuckergehalt.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.
8,0 %	7,96 %	8,00 %	7,90 %	8,00 %	8,00 %	8,00 %
6,0 „	6,05 „	6,10 „	6,00 „	5,93 „	6,00 „	5,80 „
4,0 „	4,00 „	4,20 „	3,90 „	3,96 „	4,10 „	3,90 „
3,0 „	3,00 „	3,00 „	3,00 „	2,93 „	3,00 „	2,90 „
2,0 „	2,02 „	2,10 „	2,00 „	2,04 „	2,10 „	2,00 „
1,0 „	1,00 „	1,00 „	1,00 „	1,00 „	1,10 „	0,90 „
0,5 „	0,48 „	0,60 „	0,40 „	0,56 „	0,70 „	0,50 „
0,2 „	0,24 „	0,30 „	0,20 „	0,24 „	0,40 „	0,10 „

Bei einer anderen Versuchsreihe mit urinösen Traubenzuckerlösungen von 1, 0,75, 0,50, 0,25, 0,20 und 0,10 % erhielt ich folgende Werthe:

	Urinöse Traubenzuckerlösung.		
Wirklicher Zuckergehalt.	Mittel.	Maximum.	Minimum.
1,00 %	1,00 %	1,10 %	0,90 %
0,75 „	0,65 „	0,70 „	0,60 „
0,50 „	0,50 „	0,60 „	0.40 „
0,25 „	0,25 „	0,30 „	0,20 „
0,20 „	0,15 „	0,30 „	Null
0,10 „	Null	Null	Null

Auch auf anderem Wege habe ich Gelegenheit gehabt, Erfahrungen über die Brauchbarkeit des Soleil'schen Apparates zur Bestimmung des Traubenzuckergehaltes in normalem Harne zu sammeln, nämlich bei den an gesunden Menschen mit Traubenzucker angestellten Versuchen[1]). Der im Harne ausgeschiedene Traubenzucker wurde nämlich theils durch das Saccharimeter, theils durch Titrirung mit Knapp'scher Flüssigkeit vor und nach Behandlung mit Hefe bestimmt. Vrgl.

	Optische Bestimmung.	Chemische Bestimmung.	Titrirung vor der Gährung.	Titrirung nach der Gährung.
T. T.	0,90 %	0,70 %	0,90 %	0,20 %
V. C.	0,80 „	0,85 „	1,08 „	0,23 „
„	0,50 „	0,47 „	0,76 „	0,29 „
„	Null	0,22 „	0,46 „	0,24 „

1) Dieses Archiv, Bd. 34, S. 591—593.

Durch die optische Bestimmung mit dem Soleil'schen Apparat von Traubenzucker in normalem Harne erhält man demnach im grossen Ganzen Werthe, die nicht wesentlich von dem wirklichen Zuckergehalt (± 0,1 %, selten ± 0,2 %) abweichen, so dass man auf diesem Wege den Zuckergehalt in diabetischen Harnen, wenn er 0,3—0,4 % übersteigt, einigermassen exact zu bestimmen erwarten könnte.

Die Bestimmung des Zuckergehaltes in diabetischen Harnen wurde ausser auf polarimetrischem Wege theils durch Titrirung mit Fehling'scher, theils mit Knapp'scher Flüssigkeit ausgeführt, welche beiden Methoden übereinstimmende Resultate geben, wenn man die nöthige Uebung erworben hat. Jede einzelne Polarisationsbestimmung ist das Mittel von 8—10 Observationen mit dem Soleil-Ventzke'schen Apparat, dessen Nullpunkt man immer controllirte; nur ausnahmsweise[1]) wurde der Harn mit Bleizucker entfärbt und in diesem Falle die nöthige Correctur angewandt; enthielt der Harn Eiweiss, so wurde es vorher entfernt. Jede chemische Bestimmung ist in der Regel das Mittel aus 2 Titrirungen, die von geübten Chemikern ausgeführt wurden und die sich immer als übereinstimmend erwiesen. Wie bereits früher[2]) bemerkt, giebt die chemische Bestimmung nur dann den wirklichen Zuckergehalt an, wenn man vor und nach Behandlung mit Hefe titrirt, was jedoch bei den folgenden Bestimmungen nicht geschah, so dass man, weil die durchschnittliche Menge der übrigen reducirenden Substanzen mit ca. 0,2 % Traubenzucker äquivalent gesetzt werden kann, bei der Titrirung darauf vorbereitet sein musste, ca. 0,2 % mehr als bei der Polarisation zu erhalten.

Da die meisten Beobachter darüber einig zu sein scheinen, dass die Polarisation keine besonders genauen Resultate im Harne ergiebt, wenn dieser nur 0,3—0,4 % Traubenzucker enthält, will ich zuerst eine tabellarische Uebersicht der Bestimmungen von 212

1) Weil es vorgekommen ist, dass Traubenzucker, wenn auch in geringer Menge, im Niederschlag zurückgehalten wird, so dass man möglicherweise hin und wieder den Zuckergehalt 0,1 % (—0,2 %) geringer finden könnte, als er wirklich ist. Jedoch muss ausdrücklich bemerkt werden, dass das im Niederschlag nach Zusatz von Bleizucker zurückgehaltene Quantum Zucker gewöhnlich minimal ist.

2) Dies Archiv Bd. 16, S. 591, Bd. 33, S. 211—220.

diabetischen Harnen[1]), in denen der Zuckergehalt nicht unter 0,5 % betrug, geben. Bei allen diesen Versuchen (mit Ausnahme von einem) wurden die Titrirungen mit Fehling'scher Flüssigkeit vorgenommen, und bei einer nicht unbedeutenden Anzahl das Resultat durch Titrirung mit Knapp'scher Flüssigkeit controllirt.

No.	Name.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B
1	F. B.	8,0 %	8,5 %	— 0,5 %
2	"	7,7 "	8,3 "	— 0,6 "
3	G. J.	7,5 "	7,7 "	— 0,2 "
4	J. E.	7,5 "	8,6 "	— 1,1 "
5	F. K.	7,5 "	7,8 "	— 0,3 "
6	J. E.	7,3 "	8,3 "	— 1,0 "
7	"	7,2 "	7,4 "	— 0,2 "
8	H. Hd.	7,1 "	7,1 "	Null
9	H. H.	6,9 "	7,2 "	— 0,3 "
10	F. B.	6,8 "	6,9 "	— 0,1 "
11	J. E.	6,7 "	6,6 "	+ 0,1 "
12	"	6,3 "	6,6 "	— 0,3 "
13	F. U.	6,0 "	6,3 "	— 0,3 "
14	H. L.	5,9 "	6,3 "	— 0,4 "
15	"	5,9 "	5,5 "	+ 0,4 "
16	"	5,8 "	6,1 "	— 0,3 "
17	H. H.	5,7 "	5,7 "	Null
18	M. N.	5,6 "	5,9 "	— 0,3 "
19	R. B.	5,6 "	5,9 "	— 0,3 "
20	H. L.	5,6 "	5,3 "	+ 0,3 "
21	"	5,5 "	5,9 "	— 0,4 "
22	J. E.	5,5 "	6,0 "	— 0,5 "
23	H. Hd.	5,3 "	6,0 "	— 0,7 "
24	H. L.	5,2 "	5,3 "	— 0,1 "
25	"	5,2 "	5,4 "	— 0,2 "
26	J. E.	5,2 "	5,4 "	— 0,2 "
27	H. L.	5,0 "	4,8 "	+ 0,2 "
28	"	5,0 "	5,1 "	— 0,1 "
29	"	5,0 "	5,3 "	— 0,3 "
30	J. E.	5,0 "	5,3 "	— 0,3 "
31	H. L.	4,8 "	5,0 "	— 0,2 "
32	"	4,8 "	5,3 "	— 0,5 "
33	H. H.	4,8 "	5,5 "	— 0,7 "
34	H. Hd.	4,7 "	5,6 "	— 0,9 "
35	H. L.	4,7 "	5,0 "	— 0,3 "
36	"	4,7 "	4,8 "	— 0,1 "
37	H. Hd.	4,6 "	5,0 "	— 0,4 "
38	H. L.	4,6 "	4,6 "	Null
39	F. N.	4,6 "	4,9 "	— 0,3 "
40	M. N.	4,6 "	4,9 "	— 0,3 "
41	F. B.	4,4 "	4,2 "	+ 0,2 "

1) Von Individuen verschiedenen Alters (16—75 Jahre) und an den verschiedensten Formen von Diabetes leidend.

No.	Name.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
42	H. E.	4,2 %	4,2 %	Null
43	H. L.	4,2 „	4,8 „	— 0,6 %
44	R. B.	4,2 „	4,6 „	— 0,4 „
45	H. Hd.	4,2 „	4,7 „	— 0,5 „
46	„	4,1 „	4,2 „	— 0,1 „
47	M. O.	4,1 „	4,4 „	— 0,3 „
48	S. H.	4,1 „	4,3 „	— 0,2 „
49	H. H.	4,0 „	5,1 „	— 1,1 „
50	H. L.	4,0 „	4,5 „	— 0,5 „
51	S. H.	4,0 „	4,2 „	— 0,2 „
52	„	4,0 „	4,2 „	— 0,2 „
53	H. E.	4,0 „	4,3 „	— 0,3 „
54	R. B.	3,9 „	6,3 „	— 2,4 „
55	H. L.	3,9 „	4,1 „	— 0,2 „
56	„	3,9 „	4,1 „	— 0,2 „
57	F. B.	3,9 „	3,9 „	Null
58	P. A.	3,9 „	3,9 „	Null
59	S. H.	3,8 „	4,2 „	— 0,4 „
60	R. B.	3,8 „	4,5 „	— 0,7 „
61	H. L.	3,8 „	5,6 „	— 1,8 „
62	S. H.	3,8 „	4,0 „	— 0,2 „
63	H. L.	3,7 „	4,7 „	— 1,0 „
64	H. Hd.	3,5 „	4,5 „	— 1,0 „
65	F. N.	3,5 „	3,4 „	+ 0,1 „
66	H. L.	3,5 „	4,2 „	— 0,7 „
67	M. M.	3,4 „	3,5 „	— 0,1 „
68	J. E.	3,3 „	3,9 „	— 0,6 „
69	R. B.	3,3 „	3,8 „	— 0,5 „
70	„	3,3 „	4,2 „	— 0,9 „
71	H. L.	3,2 „	4,0 „	— 0,8 „
72	„	3,2 „	3,7 „	— 0,5 „
73	M. O.	3,2 „	3,3 „	— 0,1 „
74	J. E.	3,2 „	4,0 „	— 0,8 „
75	R. B.	3,1 „	3,5 „	— 0,4 „
76	H. H.	3,0 „	3,7 „	— 0,7 „
77	M. O.	2,9 „	2,9 „	Null
78	S. H.	2,9 „	3,7 „	— 0,8 „
79	H. H.	2,9 „	4,7 „	— 1,8 „
80	R. B.	2,9 „	4,3 „	— 1,4 „
81	H. L.	2,8 „	3,8 „	— 1,0 „
82	R. B.	2,8 „	3,4 „	— 0,6 „
83	C. E.	2,8 „	3,2 „	— 0,4 „
84	P. A.	2,7 „	2,7 „	Null
85	M. O.	2,7 „	3,1 „	— 0,4 „
86	R. B.	2,7 „	3,0 „	— 0,3 „
87	P. A.	2,6 „	2,7 „	— 0,1 „
88	M. O.	2,6 „	3,1 „	— 0,5 „
89	„	2,6 „	2,6 „	Null
90	J. E.	2,6 „	2,7 „	— 0,1 „
91	R. B.	2,6 „	3,2 „	— 0,6 „
92	„	2,6 „	3,1 „	— 0,5 „
93	M. O.	2,5 „	2,9 „	— 0,4 „
94	J. E.	2,5 „	3,5 „	— 1,0 „

No.	Name.	Polarisation. A.	Titrirung. B	A — B.
95	J. E.	2,5 %	2,7 %	— 0,2 %
96	R. B.	2,5 „	3,0 „	— 0,5 „
97	H. H.	2,4 „	2,9 „	— 0,5 „
98	C. E.	2,4 „	2,8 „	— 0,4 „
99	P. A.	2,3 „	2,0 „	+ 0,3 „
100	M. O.	2,3 „	2,5 „	— 0,2 „
101	„	2,3 „	2,2 „	+ 0,1 „
102	K. K.	2,3 „	2,5 „	— 0,2 „
103	H. H.	2,3 „	2,9 „	— 0,6 „
104	J. E.	2,3 „	2,5 „	— 0,2 „
105	M. O.	2,2 „	2,5 „	— 0,3 „
106	„	2,2 „	2,5 „	— 0,3 „
107	„	2,2 „	2,1 „	+ 0,1 „
108	H. H.	2,2 „	2,7 „	— 0,5 „
109	J. E.	2,2 „	2,2 „	Null
110	„	2,2 „	2,3 „	— 0,1 „
111	S. H.	2,2 „	2,3 „	— 0,1 „
112	P. A.	2,1 „	2,2 „	— 0,1 „
113	„	2,1 „	1,9 „	+ 0,2 „
114	L. E.	2,1 „	2,7 „	— 0,6 „
115	J. E.	2,1 „	2,8 „	— 0,7 „
116	S. H.	2,1 „	2,5 „	— 0,4 „
117	„	2,1 „	2,3 „	— 0,2 „
118	E. L.	2,0 „	2,5 „	— 0,5 „
119	C. E.	2,0 „	2,4 „	— 0,4 „
120	P. A.	2,0 „	1,8 „	+ 0,2 „
121	„	2,0 „	2,2 „	— 0,2 „
122	„	2,0 „	2,3 „	— 0,3 „
123	H. H.	2,0 „	2,4 „	— 0,4 „
124	„	2,0 „	1,8 „	+ 0,2 „
125	J. E.	2,0 „	2,3 „	— 0,3 „
126	M. O.	2,0 „	2,1 „	— 0,1 „
127	P. A.	1,9 „	1,9 „	Null
128	M. O.	1,9 „	2,4 „	— 0,5 „
129	H. H.	1,9 „	2,3 „	— 0,4 „
130	J. E.	1,9 „	2,9 „	— 1,0 „
131	H. E.	1,9 „	2,2 „	— 0,3 „
132	P. A.	1,8 „	2,2 „	— 0,4 „
133	„	1,8 „	2,4 „	— 0,6 „
134	„	1,8 „	2,4 „	— 0,6 „
135	„	1,8 „	2,0 „	— 0,2 „
136	E. J.	1,8 „	1,9 „	— 0,1 „
137	M. O.	1,8 „	2,2 „	— 0,4 „
138	„	1,8 „	2,1 „	— 0,3 „
139	„	1,8 „	1,9 „	— 0,1 „
140	H. H.	1,8 „	2,4 „	— 0,6 „
141	S. H.	1,8 „	2,1 „	— 0,3 „
142	C. E.	1,7 „	2,1 „	— 0,4 „
143	P. A.	1,7 „	1,8 „	— 0,1 „
144	M. O.	1,7 „	2,5 „	— 0,8 „
145	„	1,7 „	1,9 „	— 0,2 „
146	„	1,7 „	1,9 „	— 0,2 „
147	„	1,6 „	1,7 „	— 0,1 „

No.	Name.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
148	H. E.	1,6 %	1,8 %	— 0,2 %
149	P. A.	1,5 „	1,7 „	— 0,2 „
150	„	1,5 „	1,7 „	— 0,2 „
151	„	1,5 „	2,1 „	— 0,6 „
152	O. N.	1,5 „	1,6 „	— 0,1 „
153	M. O.	1,5 „	1,8 „	— 0,3 „
154	H. H.	1,5 „	2,1 „	— 0,6 „
155	S. H.	1,5 „	2,1 „	— 0,6 „
156	O. N.	1,4 „	1,8 „	— 0,4 „
157	P. A.	1,4 „	1,9 „	— 0,5 „
158	H. H.	1,4 „	1,7 „	— 0,3 „
159	S. H.	1,4 „	1,9 „	— 0,5 „
160	„	1,3 „	1,1 „	+ 0,2 „
161	P. A.	1,3 „	1,3 „	Null
162	„	1,3 „	1,8 „	— 0,5 „
163	„	1,3 „	1,9 „	— 0,6 „
164	M. O.	1,3 „	1,4 „	— 0,1 „
165	U. B.	1,3 „	1,4 „	— 0,1 „
166	H. H.	1,2 „	1,4 „	— 0,2 „
167	„	1,2 „	1,3 „	— 0,1 „
168	J. E.	1,2 „	1,1 „	+ 0,1 „
169	E. J.	1,2 „	1,6 „	— 0,4 „
170	P. A.	1,2 „	1,3 „	— 0,1 „
171	M. O.	1,2 „	1,7 „	— 0,5 „
172	„	1,1 „	1,3 „	— 0,2 „
173	H. H.	1,1 „	1,4 „	— 0,3 „
174	K. J.	1,0 „	1,2 „	— 0,2 „
175	E. J.	1,0 „	1,2 „	— 0,2 „
176	M. O.	1,0 „	1,2 „	— 0,2 „
177	„	1,0 „	1,2 „	— 0,2 „
178	„	1,0 „	1,2 „	— 0,2 „
179	H. H.	1,0 „	1,4 „	— 0,4 „
180	S. H.	0,9 „	1,6 „	— 0,7 „
181	M. O.	0,9 „	1,4 „	— 0,5 „
182	H. H.	0,9 „	1,2 „	— 0,3 „
183	P. A.	0,9 „	0,9 „	Null
184	E. J.	0,8 „	0,8 „	Null
185	P. A.	0,8 „	1,2 „	— 0,4 „
186	„	0,8 „	1,0 „	— 0,2 „
187	M. O.	0,8 „	1,2 „	— 0,4 „
188	„	0,8 „	1,1 „ [1]	— 0,3 „
189	„	0,8 „	1,0 „	— 0,2 „
190	A. P.	0,8 „	0,9 „	— 0,1 „
191	H. K.	0,8 „	0,8 „	Null
192	S. H.	0,8 „	0,7 „	+ 0,1 „
193	P. A.	0,7 „	1,4 „	— 0,7 „
194	„	0,7 „	1,0 „	— 0,3 „
195	„	0,7 „	0,8 „	— 0,1 „
196	H. H.	0,7 „	1,0 „	— 0,3 „

1) Das Filtrat enthielt Kupferoxydul(hydrat), cfr. dies Archiv Bd. 16, 1878, S. 585.

No.	Name.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
197	S. H.	0,6 %	1,8 %	— 1,2 %
198	"	0,6 "	1,2 "	— 0,6 "
199	H. H.	0,6 "	1,2 "	— 0,6 "
200	"	0,6 "	0,9 "	— 0,3 "
201	M. O.	0,6 "	1,1 "	— 0,5 "
202	P. A.	0,6 "	1,0 "	— 0,4 "
203	"	0,6 "	0,9 "	— 0,3 "
204	"	0,6 "	0,8 "	— 0,2 "
205	K. K.	0,5 "	1,1 "	— 0,6 "
206	S. H.	0,5 "	1,2 "	— 0,7 "
207	G. A.	0,5 "	0,9 " [1]	— 0,4 "
208	"	0,5 "	0,8 "	— 0,3 "
209	M. O.	0,5 "	0,9 "	— 0,4 "
210	"	0,5 "	0,9 "	— 0,4 "
211	"	0,5 "	0,5 "	Null
212	P. A.	0,5 "	0,5 "	Null
			Mittel:	— 0,35 %

Bei diesen 212 diabetischen Harnen, in denen der durch Polarisation bestimmte Zuckergehalt nicht unter 0,5 % und nicht über 8 % war, erhielt man im Mittel 0,35 % weniger Traubenzucker bei dem Soleil-Ventzke'schen Polarimeter als bei Titrirung mit Fehling (resp. Knapp).

Bei 17 Harnen (Nr. 8, 17, 38, 42, 57, 58, 77, 84, 89, 109, 127, 161, 183, 184, 191, 211, 212) gaben die Titrirung und die Polarisation dasselbe Resultat, und bei 15 (Nr. 11, 15, 20, 27, 41, 65, 99, 101, 107, 113, 120, 124, 160, 168, 192) gab die Polarisation einen höheren Werth. Die tabellarische Uebersicht zeigt indessen, dass die Abweichungen in dieser Richtung so unbedeutend sind, dass sie jedenfalls nahe bei den Fehlergrenzen der Methoden liegen. Cfr.:

No.	Name.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
11	J. E.	6,7 %	6,6 %	+ 0,1 %
15	H. L.	5,9 "	5,5 "	+ 0,4 "
20	"	5,6 "	5,3 "	+ 0,3 "
27	"	5,0 "	4,8 "	+ 0,2 "
41	F. B.	4,4 "	4,2 "	+ 0,2 "
65	F. N.	3,5 "	3,4 "	+ 0,1 "
99	P. A.	2,3 "	2,0 "	+ 0,3 "
101	M. O.	2,3 "	2,2 "	+ 0,1 "

1) Konnte nicht mit Fehling'scher Flüssigkeit titrirt werden.

No.	Name.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
107	M. O.	2,2 %	2,1 %	+ 0,1 %
113	P. A.	2,1 „	1,9 „	+ 0,2 „
120	P. A.	2,0 „	1,8 „	+ 0,2 „
124	H. H.	2,0 „	1,8 „	+ 0,2 „
160	S. H.	1,3 „	1,1 „	+ 0,2 „
168	J. E.	1,2 „	1,1 „	+ 0,1 „
192	S. H.	0,8 „	0,7 „	+ 0,1 „
			Mittel:	+ 0,19 %

Allerdings könnte man sich als möglich denken dass

1) andere reducirende Substanzen von grösserem specifischen Drehungsvermögen (in species im Verhältniss zum Reductionsvermögen) wie Milchzucker und Maltose, oder

2) dass rechts drehende, aber nicht (oder schwach) reducirende Stoffe wie Rohrzucker und Gallensäuren in den Harn[1]) übergegangen wären, aber da weder Külz noch ich bei Diabetikern nach Genuss von Rohrzucker und Milchzucker diese Stoffe im Harne nachzuweisen vermocht haben und die Patienten keine icterischen Phänomene darboten, so können diese Zuckerarten und die Gallensäuren kaum in Betracht kommen. Wegen der verhältnissmässig wenigen und geringen Abweichungen hielt ich indessen die Ausführung einer speciellen Untersuchung nicht für nothwendig; weil aber Tscherinoff mehrere Mal ähnliche Unübereinstimmungen gefunden hat, wage ich auch aus einem anderen Grunde[2]) nicht, den bestimmten

1) Cfr. Czapek, Allgemeine Wiener medicinische Zeitung, Jahrg. 21, 1876, No. 32, S. 288.

2) Bei H. L. fand nämlich ein geübter Beobachter zwei Mal grössere Abweichungen in dieser Richtung, nämlich + 0,8 und + 0,6, und bei H. Hd. ein Mal + 0,5. Cfr.:

	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
H. L.	8,6 %	8,0 %	+ 0,6 %
„	7,5 „	6,7 „	+ 0,8 „
H. Hd.	6,2 „	5,7 „	+ 0,5 „

Ich habe diese Bestimmungen in die tabellarische Uebersicht nicht auf-

Schluss zu ziehen, dass alle diese Differenzen von methodischen Unvollkommenheiten und Observationsfehlern herrühren.

Die überwiegende Anzahl (180) ging in entgegengesetzter Richtung und man erhielt hier bei der Polarisation im Durchschnitt 0,43 % weniger als bei der Titrirung, so dass die Durchschnittszahl der Differenzen bei sämmtlichen 212 Bestimmmungen — 0,35 % wurde.

Dieser Unterschied rührt davon her, dass:

1) alle diabetischen Harne andere reducirende, aber optisch indifferente Substanzen (wie Harnsäure und Kreatinin) enthalten; da aber die durchschnittliche Menge derselben nach meinen Erfahrungen nur auf ca. 0,2 %, wie Traubenzucker berechnet[1]), angenommen werden kann (Maximum ca. 0,4 %, Minimum ca. 0,05 %), so müssen auch andere Momente berücksichtigt werden;

2) eine nicht geringe Anzahl diabetischer Harne eine bedeutende Abweichung in dieser Richtung zeigte, indem 13 Harne von 1,0 %—2,4 % und 15 Harne von 0,7 %—0,9 % weniger bei der Polarisation als bei der Titrirung ergaben. Cfr.:

No.	Name.	Geschlecht.	Alter.	Form.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
54	R. B.	Mann	53 Jahre	schwere	3,9 %	6,3 %	— 2,4 %
80	"	"	"	"	2,9 "	4,3 "	— 1,4 "
70	"	"	"	"	3,3 "	4,2 "	— 0,9 "
60	"	"	"	"	3,8 "	4,5 "	— 0,7 "
61	H. L.	Weib	42 Jahre	"	3,8 "	5,6 "	— 1,8 "
63	"	"	"	"	3,7 "	4,7 "	— 1,0 "
81	"	"	"	"	2,8 "	3,8 "	— 1,0 "
71	"	"	"	"	3,2 "	4,0 "	— 0,8 "
66	"	"	"	"	3,5 "	4,2 "	— 0,7 "
79	H. H.	Mann	61 Jahre	Uebergangsf.	2,9 "	4,7 "	— 1,8 "
49	"	"	"	"	4,0 "	5,1 "	— 1,1 "
33	"	"	"	"	4,8 "	5,5 "	— 0,7 "
76	"	"	"	"	3,0 "	3,7 "	— 0,7 "

genommen, weil ich nicht Gelegenheit hatte, dieselben zu controlliren. Der betreffende Beobachter hat ausserdem erklärt, dass diese Polarisationsbestimmungen mit Reservation mitzutheilen sind, indem der Nullpunkt vor und nach diesen Bestimmungen nicht controllirt wurde, wiewohl er selbst den Glauben hegt, diese Beobachtungen seien in Ordnung.

1) Kann durch Behandlung des Harnes mit Hefe und durch Titrirung mit Knapp'scher Flüssigkeit nach dem Ausgähren leicht bestimmt werden.

No.	Name.	Geschlecht.	Alter.	Form.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
197	S. H.	Mann	19 Jahre	schwere	0,6 %	1,8 %	— 1,2 %
78	„	„	„	„	2,9 „	3,7 „	— 0,8 „
180	„	„	„	„	0,9 „	1,6 „	— 0,7 „
206	„	„	„	„	0,5 „	1,2 „	— 0,7 „
4	J. E.	Weib	21 Jahre	„	7,5 „	8,6 „	— 1,1 „
6	„	„	„	„	7,3 „	8,3 „	— 1,0 „
94	„	„	„	„	2,5 „	3,5 „	— 1,0 „
130	„	„	„	„	1,9 „	2,9 „	— 1,0 „
74	„	„	„	„	3,2 „	4,0 „	— 0,8 „
115	„	„	„	„	2,1 „	2,8 „	— 0,7 „
64	H. Hd.	„	20 Jahre	„	3,5 „	4,5 „	— 1,0 „
34	„	„	„	„	4,7 „	5,6 „	— 0,9 „
23	„	„	„	„	5,3 „	6,0 „	— 0,7 „
144	M. O.	Mann	16 Jahre	„ [1])	1,7 „	2,5 „	— 0,8 „
193	P. A.	„	66 Jahre	leichte	0,7 „	1,4 „	— 0,7 „

Mit Ausnahme von Nr. 193 (P. A.), wo die Prognose äusserst günstig gestellt werden konnte, gehörten also die übrigen Harne Patienten, die an (mehr oder weniger) schwerem Diabetes litten.

Sieht man von diesen Bestimmungen ab, so wird die durchschnittliche Abweichung ca. 0,25 % betragen, ein Unterschied, der einigermaassen dem Gehalte an übrigen reducirenden Substanzen im Harne entspricht, derentwegen bekanntermaassen die Titrirung mit Fehling'scher oder Knapp'scher Flüssigkeit einen etwas grösseren Zuckergehalt als den wirklichen angiebt. Polarimetrische Bestimmungen an diabetischen Harnen werden demnach in vielen Fällen den wirklichen Zuckergehalt genauer repräsentiren als die Titrirungen und wären desshalb vielleicht vorzuziehen, wenn sich nicht die oben erwähnten Unübereinstimmungen geltend gemacht hätten.

Die grosse Zahl bedeutender Differenzen ist in nicht geringem Grad dadurch bedingt, dass ich meine Aufmerksamkeit vorzugsweise auf Harne derjenigen Diabetiker gerichtet hatte, die bedeutende Abweichungen in dieser Richtung zeigten, und desshalb eine verhältnissmässig grössere Anzahl Bestimmungen mit diesen Harnen vornahm; da aber auch Külz[2]) in seiner letzten Arbeit gefunden hat, dass solche Abweichungen nicht selten vorkommen,

1) Zunächst als schwere Uebergangsform zu betrachten.

2) Külz, Zeitschrift für Biologie, Bd. 20, 1884, S. 165—178.

so erhellt aus den Versuchen jedenfalls, dass man namentlich bei schweren Formen von Diabetes, selbst bei grösserem Zuckergehalt denselben durch Titriren sicherer bestimmt, weil dann die Abweichungen von dem wahren Zuckergehalt aller Wahrscheinlichkeit nach nur ungefähr 0,2 % (0,1 %—0,3 %) betragen.

Hoppe-Seyler[1]) hat schon vor längerer Zeit darauf aufmerksam gemacht, wie nothwendig es ist, bei zweifelhaften Fällen (wo die Polarisation und die Titrirung nicht übereinstimmende Resultate ergeben möchten) den Harn nach Behandlung mit Hefe zu polarisiren, und mit diesem Rath vor Augen habe ich mich bereits im Jahre 1877 davon überzeugt, dass die Unübereinstimmungen, welche bis 1 % und darüber betrugen, von links drehenden, nicht gährungsfähigen Substanzen (resp. Substanz) herrührten. Vor 6 Jahren haben Hagen und ich[2]) hervorgehoben, dass der wahre Zuckergehalt der diabetischen Harne durch Titriren vor und nach Behandlung mit Hefe zu bestimmen ist, und es war mir schon damals klar, dass man auch die Polarisationsbestimmungen sowohl vor als nach der Behandlung mit Hefe vornehmen muss, wesshalb ich nicht unterlassen kann, mit Külz, der zuerst eine links drehende nicht gährungsfähige Substanz („Pseudooxybuttersäure") aus diesen Harnen[3]) hergestellt hat, übereinzustimmen, wenn er l. c. S. 176 sagt: „Bei der optischen Bestimmung des Traubenzuckers wird man künftig nicht umhin können, der Sicherheit halber stets eine Probe nach vollständiger Vergährung des Traubenzuckers gleichzeitig auf Linksdrehung zu untersuchen, um, wenn eine solche constatirt wird, sie auf Traubenzucker zu beziehen und zur ursprünglichen Rechtsdrehung zu addiren." Aus diesem Grunde habe ich mehrmals vergleichende Bestimmungen des Zuckergehaltes in diabetischen Harnen vor und nach der Gährung ausgeführt und immer mit befriedigendem Resultat; aber da hier eine grosse Anzahl Bestimmungen erforderlich ist, darf ich zur Zeit die Meinung nicht vertreten, dass die Polarisation in diesem Falle constant den wirklichen Zuckergehalt angeben wird; denn

1) Cfr. Hoppe-Seyler, Handbuch der physiol.- und pathol.-chemischen Analyse, 3. Auflage, J. 1870, S. 283 (5. Auflage, 1883, S. 394).

2) Dies Archiv Bd. 16, 1878, S. 591.

3) Külz, l. c., S. 173; O. Minkowski, Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, Jahrg. 22, 1884, No. 15, S. 242—243.

davon abgesehen, dass die Farbe des Harnes für die vollaus exacte Bestimmung nicht selten etwas hinderlich ist, so ist es im Voraus unmöglich, ein bestimmtes Gutachten abzugeben, ob nicht andere Substanzen, z. B. die reducirenden, leicht decomponirbaren (und circumpolarisirenden) Glycuronsäureverbindungen, die nach Jac. G. Otto's[1]) Untersuchungen in einzelnen diabetischen Harnen vielleicht auftreten können, in Betracht kommen, worüber eine grosse Anzahl von vergleichenden Bestimmungen durch Polarisation und Titriren (oder nach Robert's Methode), die von geübten und zuverlässigen Beobachtern vor und nach Behandlung mit Hefe vorgenommen würden, auch einigen Aufschluss geben könnte. Hierbei dürfte möglicherweise Wild's Polarimeter vorzuziehen sein, weil die Fehlergrenze nach den Erfahrungen von Haas und Huppert hier geringer als bei dem Soleil-Ventzke'schen Apparat ist[2]).

Da man sich leicht davon überzeugen kann, dass der Soleil-Ventzke'sche Apparat zur Bestimmung von diabetischen Harnen, deren wirklicher Zuckergehalt 0,3—0,4 % beträgt, nicht geeignet ist, wird hier nur eine tabellarische Uebersicht angeführt über die Harne von 0,3—0,4 % (durch Polarisation bestimmt), die sich leicht mit Fehling'scher Flüssigkeit titriren liessen, so dass das Filtrat, in dem auf CuO reagirt wurde, frei von Kupferoxydulhydrat war[3]).

---

1) Dies Archiv Bd. 33, 1884, S. 610—612. Otto's Angabe (S. 611), dass ich in der Regel 0,32 % mehr Zucker beim Titriren als bei der Polarisation gefunden habe, bezieht sich auf die diabetischen Harne, deren Zuckergehalt durch das Polarimeter auf 1,7—2,8 % bestimmt wurde. Hier ist nämlich die durchschnittliche Abweichung 0,314 %.

2) Das Hoffmann-Wild'sche Polarimeter, welches im hiesigen Institut mir zur Verfügung steht, giebt bei Weitem keine so exacten Resultate (wie die von Haas angegebenen) im Harne, was aber wahrscheinlich wesentlich von dem Instrument bedingt ist, indem ein Wild'sches Polarimeter, das ich an einem anderen Orte zu prüfen Gelegenheit hatte, eine schärfere und sichere Beurtheilung zuliess.

3) Was bekanntermassen bei Harnen mit so geringem Zuckergehalt häufig nicht der Fall ist.

No.	Name.	Geschlecht.	Alter.	Form.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
1	C. W.	Mann	53 Jahre	leichte	0,4%	0,5%	−0,1%
2	P. A.	„	66 „	„	0,4 „	0,5 „	−0,1%
3	H. H.	„	61 „	Uebergangsf.	0,4 „	0,4 „	Null
4	M. O.	„	16 „	schwere	0,3 „	0,9 „	−0,6%
5	P. A.	„	66 „	leichte	0,3 „	0,7 „	−0,4%
6[1]	P. A.	„	66 „	„	0,3 „	0,3 „	Null
7	E. J.	„	38 „	„	0,3 „	0,4 „	−0,1%

Die Durchschnittszahl aus einer grösseren Anzahl vergleichender Bestimmungen zu ziehen, wäre ohne Bedeutung gewesen, weil die Titrirungen wegen der übrigen reducirenden Substanzen, deren Menge gewöhnlich (besonders bei an leichterer Form leidenden Diabetikern) bei geringerem Zuckergehalt zunimmt, hier oft eine verhältnissmässig viel grössere Zahl als die wirkliche angeben, und weil sich die Fehlergrenze der Methode bei polarimetrischen Bestimmungen eines so niedrigen Zuckergehaltes im Harne in hohem Grade geltend macht, um so mehr, als der Harn unter diesen Umständen oft stark gefärbt ist.

Wie unsicher hier die Methode ist, zeigten zur Genüge Nr. 5 und 6, in denen ich den Harn nach Behandlung mit Hefe sowohl titrirte als polarisirte. Cfr.:

No.	Name.	Polarisation.			Titrirung.		
		Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Differenz.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Differenz.
5	P. A.	+0,3%	0— −0,1%	0,3—0,4%	0,7%	0,21%	0,49%
6	„ „	+0,3 „	0— −0,1 „	0,3—0,4 „	0,3 „	0,23 „	0,07 „

Durch Polarisation vor und nach Behandlung mit Hefe erhielt man also sowohl bei Nr. 5 wie bei Nr. 6 0,3—0,4 % Zucker, und dies obgleich der wirkliche Zuckergehalt (durch Titrirung be-

1) Bei No. 6 gelang es nicht trotz wiederholter Versuche, das Filtrat absolut frei von aufgelöstem Kupferoxydul zu erhalten, aber die Titrirung mit Fehling war doch möglich.

stimmt) höchst verschieden war (in Nr. 5 0,49 % und in Nr. 6 0,07 %).

Nr. 4 (M. O. an schwerem Diabetes leidend; durch Polarisation 0,3 %, durch Titrirung 0,9 %) deutet darauf hin, dass links drehende Substanzen (resp. Substanz) auch hier in einem einzelnen Falle einen gewissen Einfluss ausüben können; aber abgesehen davon, darf man meinen Erfahrungen nach mit Bestimmtheit behaupten, dass Polarisationsbestimmungen von 0,3—0,4 % mit dem Soleil-Ventzke'schen Apparat mit gar keiner Sicherheit dem wahren Zuckergehalte in diabetischem Harne werden entsprechen können, selbst wenn man die Bestimmungen durch Polarisation nach Behandlung mit Hefe controllirt und corrigirt. Allerdings kann man fast überzeugt sein, dass der Harn nicht mehr als 0,5—0,6 % Zucker enthalte, es kann aber auch vorkommen, dass die Polarisation 0,3 resp. 0,4 % ergiebt, ohne dass der Harn mehr als knapp 0,1 resp. 0,2 % Traubenzucker enthält. Cfr. Nr. 6 und Nr. 3[1]).

Freilich kann man den Polarisationsbestimmungen (mit dem Soleil-Ventzke'schen Apparat) von 0,3—0,4 % eine qualitative Bedeutung beilegen, aber auch dies ist kaum immer sicher bei 0,3 %, namentlich wenn der betreffende Beobachter nicht die nöthige Uebung hat oder wenn er, ohne farbenblind zu sein, einen wenig entwickelten Farbensinn besitzt. Uebrigens kann man sich auf andere Weise bei diesem Zuckergehalt mit der grössten Leichtigkeit von dem Vorkommen des Zuckers überzeugen, so dass der Soleil-Ventzke'sche Apparat in dieser Beziehung ohne Bedeutung ist.

Nach Seegen (der Diabetes mellitus, 2. Auflage, 1875, S. 153) „vermag man ... Zuckermengen, die unter 0,3 % betragen, im Harne nicht mehr mit dem (Soleil-Ventzke'schen) Polarisationsapparate zu bestimmen," und Landolt (l. c. S. 185) sagt: „Beträgt der Traubenzuckergehalt eines Harns weniger als etwa 0,2 gr in 100 ccm, so lässt er sich durch directe Polarisation nicht mehr mit Sicherheit bestimmen." Dass den Polarisationsbestimmungen (mit

1) Bei No. 3, wo man sowohl durch Titriren wie durch Polarisation 0,4 % erhielt, wurde der Gehalt des Harnes an sonstigen reducirenden Substanzen nicht bestimmt, aber bei anderen Proben von demselben Individuum fand man 0,2—0,37 %.

dem Soleil-Ventzke'schen Apparat) von 0,1—0,2 % kein Gewicht mehr beigelegt werden kann, davon kann man sich einerseits leicht dadurch überzeugen, dass man zuckerfreie Harne namentlich von Diabetikern (die bei animalischer Diät zuckerfrei geworden sind) mittelst Soleil's Polarimeter untersucht. Man erhält dann in der Regel 0 bis —0,1, nicht selten —0,2 bis —0,3, aber auch in einzelnen Fällen + 0,1 ja sogar + 0,2, welche letzteren Abweichungen wohl immer methodischen Unvollkommenheiten und Observationsfehlern zuzuschreiben sind. Allerdings kann man, wenn der Polarisationsapparat + 0,1 bis + 0,2 in diabetischen Harnen anzeigt, das Vorhandensein von Traubenzucker vermuthen, aber keineswegs darf man unter den Umständen auf diesem Wege mit Bestimmtheit entscheiden, ob der Harn wirklich Zucker enthält. Andererseits haben diabetische Harne bis ca. 0,4 % Traubenzucker enthalten, wo nicht bloss der Apparat + 0,1 bis + 0,2 anzeigte, sondern wo man sogar 0 durch das Polarimeter erhielt. Ich habe bei Polarisationsbestimmungen von + 0,1 bis + 0,2 eine grössere Anzahl Titrirungen mit Knapp'scher Flüssigkeit ausgeführt, will mich aber auch hier zur genaueren Beleuchtung des zuletzt Angeführten auf eine tabellarische Uebersicht der zuckerhaltigen[1]) Harne von 0, + 0,1 und + 0,2 beschränken, die sich (mit Leichtigkeit) mit Fehling'scher Flüssigkeit titriren liessen, so dass kein Kupferoxyd in das Filtrat überging.

No.	Name.	Geschlecht.	Alter.	Form.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
1	K. J.	Mann	24 Jahre	Uebergangsf.	0,2%	0,7%	—0,5%
2	M. O.	„	16 „	schwere[2])	0,2 „	0,7 „	—0,5 „
3	P. A.	„	66 „	leichte	0,1 „	0,6 „	—0,5 „
4	„ „	„	„ „	„	0,1 „	0,6 „	—0,5 „
5	„ „	„	„ „	„	0,1 „	0,5 „	—0,4 „
6	H. H.	„	61 „	Uebergangsf.	Null	0,8 „	—0,8 „
7	„ „	„	„ „	„	„	0,6 „	—0,6 „
8	„ „	„	„ „	„	„	0,5 „	—0,5 „
9	J. M.	„	64 „	leichte	„	0,6 „	—0,6 „

1) Deutlich und starke Zuckerreaction vor, aber keine nach dem Ausgähren.

2) Zunächst als schwere Uebergangsform zu betrachten.

In Nr. 1 war der wirkliche Zuckergehalt 0,44 % (resp. 0,48 %); vor der Gährung erhielt man nämlich beim Titriren mit Fehling'scher Flüssigkeit 0,67 %, mit Knapp'scher Flüssigkeit 0,71 %, und nach der Gährung erhielt man mit Knapp 0,23 %, und in Nr. 6, in welchem das Reductionsvermögen nach dem Ausgähren nicht bestimmt wurde, war auch der wirkliche Zuckergehalt wenigstens 0,4 %, indem man durch Titriren 0,8 % reducirende Substanz, wie Traubenzucker berechnet, fand. Möglicherweise sind diese verhältnissmässig grossen Unübereinstimmungen theilweise von einer linksdrehenden Substanz bedingt, aber bei mehreren dieser Bestimmungen fand ich nach dem Ausgähren keine merkbare Drehung nach links, nämlich nur von Null bis —0,1 oder —0,2, was besonders bei geringem Zuckergehalt innerhalb der Fehlergrenzen der Methode liegt, weil der Harn hier (namentlich bei den leichteren Formen), wie früher erwähnt, oft eine dunkle Orangenfarbe annimmt, welche eine genaue Einstellung erschwert, und weil man nicht selten eine grössere Menge Bleizuckerlösung zusetzen muss, um ihn heller zu machen. Und wahrscheinlich lag der Grund dafür, dass ich einmal —0,2 durch die Polarisation erhielt, in der dunklen Farbe des Harnes, obgleich der Harn, der keine Spur von Eiweiss enthielt, eine starke Zuckerreaction gab und sich leicht mit Fehling'scher Flüssigkeit titriren liess. Cfr.:

Name.	Geschlecht.	Alter.	Form.	Polarisation A	Titrirung. B	A — B.
P. A.	Mann	66 Jahre	leichte	— 0,2%	0,6%	— 0,8%

Polarisationsbestimmungen (mit dem Soleil-Ventzke'schen Apparat) von + 0,2 bis —0,2 % in diabetischen Harnen haben demnach an und für sich (jedenfalls fast stets) weder qualitativen noch quantitativen Werth, selbst wenn man das Resultat mit dem Polarimeter nach dem Ausgähren controllirt und corrigirt.

II.

Gewöhnlich bezeichnet man Biot als denjenigen, welcher zuerst beobachtet haben soll, dass zuckerhaltiger diabetischer Harn nach links drehen kann, aber Ventzke muss hier aller Wahrscheinlichkeit nach Biot missverstanden haben. Ventzke sagt nämlich in seiner Abhandlung „Ueber die verschiedenen Zuckerarten und verwandte Verbindungen, in Beziehung auf ihr optisches Verhalten und dessen praktische Anwendung" im Journal für praktische Chemie, Bd. 25, Leipzig, 1842, S. 79—80: „Biot in seiner Mittheilung: „Ueber die Anwendung der optischen Kennzeichen zur unmittelbaren Erkennung der zuckerigen Harnruhr" führt an, dass, trotz des Vorhandenseins von Zucker im Harn, dennoch keine Ablenkung nach rechts im Polarisationsapparate stattfinden könne." In seiner Abhandlung „Sur l'emploi des caractères optiques, comme diagnostic immédiat du diabète sucré", par M. Biot, Paris, Compt. rendues XI, 1840, S. 1028—1035 theilt Biot mit, dass zuckerhaltige diabetische Harne constant nach rechts drehen, so lange sie Zucker enthalten. Aber dabei hatte er Gelegenheit, den Harn eines Patienten zu untersuchen, der an Diabetes insipidus litt, und dieser erwies sich als optisch unwirksam. Cfr. S. 1034:

„M. Rayer m'a donné à observer les urines d'un enfant affligé aussi d'une sécrétion exagérée de ce liquide, accompagnée d'une soif violente, comme dans le diabète sucré ordinaire. Mais cet habile médecin avait constaté qu'elles n'étaient pas fermentescibles, et qu'elles ne laissaient même qu'un résidu à peine sensible quand on les faisait évaporer. L'observation ne m'y a indiqué non plus aucune trace de pouvoir rotatoire appreciable." Ventzke muss übersehen haben, dass dieser Harn (von einem Patienten, der an Diabetes insipidus litt), der kein circumpolarisirendes Vermögen besass, auch nicht gährte und gleichfalls keinen Zucker enthielt. Dagegen ist der Ventzke'sche Fall unzweideutig. Ventzke sagt nämlich l. c. S. 80: „Ich habe einen ähnlichen Fall beobachtet. Der Harn war unzweifelhaft zuckerhaltig, denn er gährte sogleich lebhaft nach Zusatz von Hefe; dennoch, statt eine Ablenkung nach rechts zu zeigen, wurde vielmehr eine von anderthalb Graden nach links bei dem entfärbten Harne beobachtet, und

es bedurfte eines namhaften Zusatzes von Traubenzucker, um die Polarisation nach links zu neutralisiren. Dieser Harn war dunkel gefärbt, von mehr als gewöhnlicher specifischer Dichtigkeit und enthielt viel Harnstoff.

Man kann hier entweder mit Biot[1]) annehmen, dass ein anderer Stoff im Harn, der eine Ablenkung nach links besitzt, diese Wirkung hervorbrachte, oder es giebt wirklich Fälle, wie manche Beobachtungen vermuthen lassen, wo sich ein unkrystallinischer, also wahrscheinlich Fruchtzucker in dem Diabetes bildet, was ebenfalls die Ablenkung nach links erklären würde."

Dies ist dasjenige Citat, das später überall wiederkehrt. C. Löwig führt in seiner „Chemie der organischen Verbindungen, Bd. 1, 2. Auflage, J. 1846, S. 422" sowohl Biot als Ventzke an und fügt hinzu: „Vielleicht enthält ein solcher Harn Fruchtzucker. Ich hatte ebenfalls schon mehreremale Harnzucker gehabt, welcher nach Monaten nicht krystallisirte. Nach sehr langem Stehen jedoch entstanden Krystalle von Traubenzucker; nach den Beobachtungen von Mitscherlich geht Fruchtzucker durch Wasseraufnahme in Traubenzucker über." In ähnlicher Richtung gehen v. Gorup-Besanez's Aussprüche (cfr. Anleitung zur zoochemischen Analyse, 3. Auflage 1871, S. 131): „es findet sich in diabetischem Harn zuweilen eine bedeutende Menge Zucker, der vollkommen unkrystallisirbar ist, und sich in dieser Beziehung sowohl, als auch in Be-

1) Da in der citirten Abhandlung von Biot Nichts hierüber enthalten ist, hat Dr. Wulfsberg auf meinen Wunsch in der Bibliothéque nationale in Paris nähere Aufschlüsse zu erhalten versucht und ist gleichfalls zu dem Resultat gekommen, dass Ventzke Biot missverstanden hat. Herr Wulfsberg theilt darüber Folgendes mit: „Ich habe Biot's Abhandlungen von 1815 bis nach 1856 — über 200 an der Zahl — untersucht. Im Jahre 1832 (5. November) hatte Biot noch nicht Traubenzucker untersucht, und nach 1842 hat er keine Abhandlung in dieser Richtung herausgegeben. Aller Diabeteszucker und aller Diabetes mellitus-Harn, den Biot bis Ende 1842 untersucht hatte, drehten das polarisirte Licht nach rechts. Biot erklärt wiederholt den Traubenzucker als einen wohl bestimmten und constanten Körper, den einzigen von ihm in eiweissfreiem Harne gefundenen, welcher circumpolarisirend wirkt. Das Raisonnement, welches Ventzke Biot bei Erklärung des Phänomens beilegt, ist nicht in der von Ventzke citirten Biot'schen Abhandlung, sondern in einer älteren zu Hause, wo Biot verschiedene andere Zuckerarten behandelt, ohne noch Gelegenheit gehabt zu haben, Diabeteszucker oder Diabetesharn zu studiren."

zug auf sein Rotationsvermögen (er lenkt den polarisirten Lichtstrahl nach links ab) wie Fruchtzucker verhält. In solchen Fällen bleibt der Rückstand Monate lang syrupartig und zeigt keine Spur von Krystallisation.“ Ganz dasselbe führt Neubauer in seiner Analyse des Harns, 7. Auflage, J. 1876, S. 86 an: „so kommen doch auch Fälle vor, in denen der Zucker vollkommen unkrystallisirbar ist und sich durch seine Eigenschaft, das polarisirte Licht nach links zu drehen, deutlich von dem Krümmelzucker unterscheidet. In solchen Fällen bleibt der Harnrückstand immer syrupartig und zeigt keine Spur von Krystallisation.“ Die Genannten sprechen das nur im Allgemeinen aus, ohne concrete Beispiele anzuführen, wesshalb man diesen Aussprüchen kaum ein grösseres Gewicht beilegen kann. Der zweite Fall, wo zuckerhaltiger diabetischer Harn stark nach links drehte, ist von Zimmer und Czapek[1]) beschrieben, und ich werde hier einen kurzen Auszug aus diesen Mittheilungen wiedergeben: „Dr. V., holländischer Militärarzt, 29 Jahre alt, mosaischer Religion, litt in den Jahren 1864 und 1865 an Icterus, wiederholt und zwar stets im Frühjahr an Furunculosis. Im Frühling 1873 wurde er im Lager in Folge schlechten Trinkwassers von einem Darmkatarrh befallen, im nächsten Frühjahr war er an Muskelrheumatismus leidend, und wieder im Frühjahr 1875 .... von einem sehr heftigen Darmkatarrh heimgesucht. .... Seit Mitte Juli wurde sein Leiden als Diabetes m. erkannt und eine vorwiegende Fleischdiät angeordnet, welche Dr. V. bis zu seiner Ankunft in Karlsbad eingehalten haben will. .... Als der Patient am 28. August 1875 in Karlsbad ankam, ... wurde sofort eine sehr strenge Diät angeordnet und ausser Fleischspeisen, Eiern, Bouillon, ungesüsstem schwarzen Kaffee und Wein, nur Mandelzwieback — täglich für 8—10 Kreuzer — und Spinat gestattet. Patient entschlug sich jedoch dieses Gemüses und genoss dasselbe nur am ersten Tage seiner Kur. Obwohl der Kranke keiner Beaufsichtigung unterstand, bin ich doch überzeugt, dass er die angegebene Diät gewissenhaft eingehalten, zunächst weil er die Bedeutung derselben als Arzt genau erkannte, besonders aber desshalb, weil die Zuckerausscheidung stetig abnahm, niemals eine Steigerung der-

---

1) K. Zimmer, deutsche medicinische Wochenschrift; 2. Jahrgang, No. 28, Berlin 1876, S. 329—332. Czapek, Prager medicinische Wochenschrift, 1. Jahrgang 1876, No. 14, S. 265—270.

selben von einem Tage zum andern beobachtet wurde"[1]). Dieser Harn drehte trotz eines reichlichen Zuckergehaltes stark nach links; cfr. folgende von Czapek[2]) mitgetheilte tabellarische Uebersicht[3]):

Jahr 1875. Datum.	Harnmenge in ccm.	Specifisches Gewicht.	Titrirter Zuckergehalt.	Procent am Soleil-Ventzke'-schen Saccharimeter.	Anmerkung.
29. August	4000	1,055	9,8 %	— 2,5 %	—
30. „	4000	1,056	6,6 „	— 1,0 „	—
31. „	4000	1,050	5,8 „	— 1,0 „	—
1. Septemb.	5000	1,055	6,6 „	— 1,0 „	—
2. „	4000	1,042	5,5 „	— 1,0 „	Tagharn.
		1,018	2,6 „	— 0,5 „	Nachtharn.
8. „	2500	1,018	1,56 „	— 0,5 „	Tagharn.
		1,013	nur qualitativ bestimmbar	—	Nachtharn.
10. „	2000	1,028	0,8 „	—	Tagharn.
		1,018	0,23 „	—	Nachtharn.
11. „	1500	1,019	1,0 „	— 0,3 „	Tagharn.
		1,015	quantitativ unbestimmbar	—	Nachtharn.

Zimmer schliesst hieraus, dass der Harn Levulose enthielt, ohne jedoch hierfür einen zufriedenstellenden Beweis geliefert zu haben. Cfr. l. c. S. 330: „Die zwei Eigenschaften, Kupferoxyd zu Oxydul zu reduciren und polarisirtes Licht nach links abzulenken, kommen vereint nur dem Fruchtzucker oder der Levulose zu, so dass über die Anwesenheit dieses Zuckers im vorliegenden Fall kein Zweifel obwalten kann. Levulose wurde im Harn, so viel mir bekannt, nur von Gorup Besanez und vorübergehend einmal von Seegen[3]) gefunden..... Der Harn meines Kranken enthielt nicht allein Levulose, sondern auch Traubenzucker." Und Czapek (l. c. S. 267) schloss sich „vollkommen der von Dr. Zimmer ausgesprochenen Meinung an, dass der Harn neben Dextrose auch noch Levulose enthalte, die gerade so wie Dextrose die Feh-

1) Zimmer, l. c. S. 329.

2) Czabek, l. c. S. 269.

3) Ich habe keine Beschreibung dieses Falles finden können und vermag ihn deshalb auch nicht eingehender zu besprechen.

ling'sche Lösung reducirte, bei der optischen Bestimmung jedoch, ihrem fast doppelt so starken Rotationsvermögen entsprechend im Uebergewichte war. Ein völlig unanfechtbarer Nachweis der beiden Zuckerarten durch ihre Reindarstellung aus einem grösseren Quantum im Wasserbade eingeengten Harns musste für diesmal leider wegen absolutem Mangel an Zeit und den erforderlichen Behelfen unterbleiben." Selbst habe ich einmal (im Mai 1877) Gelegenheit gehabt, starke Linksdrehung zu beobachten, die, auf Traubenzucker bezogen, 1,4 % betrug, in einem zuckerhaltigen Harne eines Diabetikers unmittelbar nach seinem Tode, aber da mir nur 8—9 ccm zur Verfügung standen, beschränkte ich mich bloss darauf, das Drehungs- und Reductionsvermögen zu bestimmen. Mit Soleil's Polarimeter erhielt ich —1,4 % und durch Titriren mit Fehling'scher Flüssigkeit 1,45 %, wie Traubenzucker berechnet. Wegen des geringen Quantums musste ich mich damit begnügen, die Existenz von linksdrehendem, diabetischen Harne zu constatiren und liess hier die Frage nach der Natur des linksdrehenden Stoffes in suspenso.

Zweimal habe ich deutliche aber schwache Linksdrehung in zuckerhaltigem, diabetischen Harne beobachtet, nämlich bei J. E., einem 21jährigen Dienstmädchen, die an schwerem Diabetes mit Cataract litt; bei ihr wurden einmal —0,3 bis —0,4 % und ein zweites Mal —0,4 bis — 0,5 % beobachtet. Der Zuckergehalt des Harnes, der nicht titrirt wurde, war, nach der qualitativen Reaction zu schätzen, ca. 0,1 % und jedenfalls geringer als 0,3 %. Bei H. K., Mann, 58 Jahre alt, an der leichten Form leidend, wurden einmal — 0,4 % beobachtet. Der Harn, der sich leicht polarisiren liess und dessen spec. Gew. 1,020 betrug, enthielt, nach der Reaction zu schätzen, 0,1—0,05 % Zucker. Nur ein Mal wurde hier, trotz fortwährenden Untersuchungen in dieser Richtung, in zuckerfreiem diabetischen Harne Drehung, die —0,4 % entsprach, beobachtet, nämlich bei C. W., Mann, 53 Jahre alt, an der leichteren Form leidend. Der Harn, der hell und leicht zu polarisiren war (spec. Gew. 1,010), zeigte deutliche Drehung nach links, indem die einzelnen Bestimmungen zwischen — 0,3 bis —0,5 % variirten. Uebrigens ist es nie vorgekommen, dass der Harn bei Diabetikern, die während einer animalischen Diät zuckerfrei geworden sind, eine stärkere Linksdrehung als —0,2 bis —0,25 % gezeigt hätte, welche Abweichungen nahe bei oder innerhalb der Fehlergrenzen der Methode liegen.

Die Ersten, welche einen bedeutend grösseren Procentgehalt durch Titriren als durch Polarisation gefunden haben, sind Wilhelm Wicke und Listing[1]), die (1855) nur 2 vergleichende Bestimmungen angestellt zu haben scheinen:

Polarisation.	Fehling.	Differenz.
5,6 %	7,0 %	— 1,4 %
3,6 „	3,9 „	— 0,3 „

Hierhin gehörende Beobachtungen findet man in Tscherinoff's[2]) Abhandlung, und Pillitz[3]) hat bei drei von ihm veröffentlichten, vergleichenden Bestimmungen ähnliche Unterschiede gefunden:

Polarisation.	Fehling.	Differenz.
2,4 %	3,6 %	— 1,2 %
2,3 „	3,7 „	— 1,4 „
3,0 „	4,2 „	— 1,2 „

und fügt die Bemerkung hinzu: „Es ist auffallend, dass die diabetischen Harne stets beim Titriren einen höheren Zuckergehalt anzeigen als durch Polarisiren.“

Nach Seegen (l. c. 1875, S. 153) „weist die chemische Analyse fast immer zwischen 0,3—0,6 mehr Zucker als die optische

1) Zeitschrift für rationelle Medicin, Neue Folge, Bd. 6, Heidelberg und Leipzig 1855, S. 316: „Bei dem hierfür benutzten Polarisationsapparate habe ich . . . die unter dem Namen des Savart'schen Polariskops bekannte Verbindung zweier gleich dicken, schief gegen die optische Axe geschnittenen Quarzplatten und einer parallel zur Axe geschnittenen Turmalinplatte als Analyseur angewandt, dessen Einstellung auf dasjenige Azimut, in welchem die farbigen Interferenzstreifen verschwinden, meines Erachtens eine grössere Sicherheit gewährt, als die Hervorrufung der sog. teinte de passage.“ (Listing.) Gleichzeitig führte Wicke die Bestimmungen mit Fehling'scher Flüssigkeit aus.

2) l. c. J. 1865. S. 504.

3) Zeitschrift für analytische Chemie. Jg. 10. Wiesbaden 1871, S. 463. Pillitz benutzte einen Ventzke-Soleil'schen Apparat.

Bestimmungsmethode", un d es ist aus den hier von mir mitgetheilten Versuchsreihen zur Evidenz bewiesen, dass die Titrirung mit Fehling (resp. Knapp) nicht selten 1 % oder mehr Zucker als die Polarisation geben kann, namentlich in diabetischen Harnen mit grösserem Zuckergehalt (von 2,9 % bis 8,6 %, durch Titriren bestimmt). Cfr.:

No.	Name.	Geschlecht.	Alter.	Form.	Polarisation. A	Titrirung. B	A — B.
54	R. B.	Mann	53 Jahre	schwere	3,9 %	6,3 %	— 2,4 %
80	"	"	"	"	2,9 "	4,3 "	— 1,4 "
61	H. L.	Weib	42 Jahre	"	3,8 "	5,6 "	— 1,8 "
63	"	"	"	"	3,7 "	4,7 "	— 1,0 "
81	"	"	"	"	2,8 "	3,8 "	— 1,0 "
79	H. H.	Mann	61 Jahre	Uebergangsf.	2,9 "	4,7 "	— 1,8 "
49	"	"	"	"	4,0 "	5,1 "	— 1,1 "
197	S. H.	"	19 Jahre	schwere	0,6 "	1.8 "	— 1,2 "
4	J. E.	Weib	21 Jahre	"	7,5 "	8,6 "	— 1,1 "
6	"	"	"	"	7,3 "	8,3 "	— 1,0 "
94	"	"	"	"	2,5 "	3,5 "	— 1,0 "
130	"	"	"	"	1,9 "	2,9 "	— 1,0 "
64	H. Hd.	"	20 Jahre	"	3,5 "	4,5 "	— 1,0 "

Diese Bestimmungen sind mit der grössten Sorgfalt controllirt worden, was besonders mit R. B. (53 Jahre alt, an der schweren Form leidend) der Fall war. Der Harn war klar, hell und sehr leicht zu polarisiren; die Titrirungen wurden wiederholt und die Drehungen mit 2 Soleil-Ventzke'schen Polarisationsapparaten (deren Nullpunkte immer controllirt wurden) mit übereinstimmenden Resultaten observirt; die Polarisation ergab constant einen geringeren Werth als die Titrirung. Cfr.:

No.	Polarisation. A.	Titrirung. B.	A — B.
R. B. 19	5,6%	5,9%	—0,3
44	4,2 "	4,6 "	—0,4
54	3,9 "	6,3 "	—2,4
60	3,8 "	4,5 "	—0,7
70	3,3 "	4,2 "	—0,9
69	3,3 "	3,8 "	—0,5
75	3,1 "	3,5 "	—0,4
80	2,9 "	4,3 "	—1,4
82	2,8 "	3,4 "	—0,6
86	2,7 "	3,0 "	—0,3
91	2,6 "	3,2 "	—0,6
92	2,6 "	3,1 "	—0,5
96	2,5 "	3,0 "	—0,5

Besonders war Nr. 54, wo die Abweichung 2,4 betrug, auffallend, wesshalb alle Cautelen beobachtet wurden, um mit Sicherheit das interessante Resultat darzuthun, und da die Bestimmungen nur um ± 0,1 (bis ± 0,2) abwichen, so war die Richtigkeit über jeden Zweifel erhaben.

Sämmtliche Diabetiker, welche diese Unübereinstimmungen darboten, litten an der schweren Form; R. B., Fabrikant, 53 Jahre alt, schrieb seinen Diabetes von 1873 bis 1874 her und starb 1877. H. H., ein armer Arbeitsmann, 61 Jahre alt, wurde im Jahre 1876 angegriffen und starb 1878. S. H., Bauersohn, erkrankte 1876 und starb 1877. H. L., ein 42jähriges Dienstmädchen, wurde im Sommer 1876 diabetisch und starb im September 1877. H. Hd., ein 20jähriges Dienstmädchen, bekam die Krankheit 1875, Cataract 1876 und starb im Mai 1877. J. E., ein 21jähriges Dienstmädchen, wurde 1875 diabetisch, bekam 1877 Cataract und starb in demselben Jahre.

Hiernach sollte man vermuthen, dass diese grossen Abweichungen nur bei der schweren Form vorkommen, aber, wenn es auch vollkommen sichergestellt ist, dass R. B., S. H., H. L., H. Hd. und J. E. an der schweren Form litten, worauf unter Anderem auch die helle Farbe des Harnes selbst bei geringerem Zuckergehalt hindeutete, so muss H. H.'s als eine Uebergangsform betrachtet werden, die in gewissen Beziehungen der leichten Form glich. Allerdings wurde die Krankheit verhältnissmässig rasch durch den Tod beendet, aber es war im Jahre 1877 leicht, den Zuckergehalt des Harnes im Laufe von mehreren Monaten durch strenge Diät auf 0,5—0,1 % zu reduciren; der Harn nahm dann eine dunkle Farbe an, und es setzte sich ein Sediment von Uraten ab, was jedenfalls bei leichteren Formen von Diabetes am häufigsten beobachtet wird.

Diese grossen Differenzen lassen sich indessen während des Verlaufes jeder schweren Form nicht nachweisen. Ich habe nämlich im Verlauf mehrerer Jahre Patienten, die an der schweren Form litten, beobachtet, deren Harne die grossen Abweichungen nicht gezeigt haben, so z. B. den 16jährigen Diabetiker M. O., Bauersohn (cfr. die Tabelle S. 80—84 Nr. 47, 73, 77, 85, 88, 89, 93, 100, 101, 105, 106, 107, 126, 128, 137, 138, 139, 144, 145, 146, 147, 153, 164, 171, 172, 176, 177, 178, 181, 187, 188, 189, 201, 209, 210, 211, und die Tabellen S. 90 Nr. 4 und S. 92 Nr. 2) und den 33jährigen Kaufmann H. E. (cfr. die Tabelle S. 80—84 Nr. 42, 53,

131 und 148), in dessen Harn Otto und ich im Laufe dieses und des verflossenen Jahres vielmals die Drehungsfähigkeit nach dem Ausgähren untersucht haben, ohne jemals eine grössere Linksdrehung als — 0,1 nachweisen zu können[1]). Damit ist aber keineswegs entschieden, dass diese Abweichungen nicht bei allen schweren Formen auftreten können, wenn nur die Individuen längere Zeit am Leben bleiben. Bei M. O. wurde nämlich einmal (Nr. 144) eine Nichtübereinstimmung von —0,8 und drei Mal (Nr. 88, 128 und 171) —0,5 % beobachtet, und die grossen Abweichungen bei den Diabetikern R. B. u. s. w. waren inconstante Phänomene, indem selbst bei demselben Zuckergehalt die Unübereinstimmungen an dem einen Tage sich um 1 % oder mehr, am zweiten Tage bloss um 0,2 bis 0,3 % drehen konnten, aus welchem Grunde man sehr leicht die Phänomen ganz übersehen kann. Hiervon wird man sich leicht eine gute Vorstellung machen können, ohne dass ich einen genauen Commentar zu geben brauche, wenn man die gefundene Unübereinstimmung und den Zuckergehalt bei folgenden Diabetikern vergleicht: H. H. (cfr. die Tab. S. 80—84 Nr. 9, 17, 33, 49, 76, 79, 97, 103, 108, 123, 124, 129, 140, 154, 158, 166, 167, 173, 179, 182, 196, 199, 200, cfr. auch die Tabellen S. 90 Nr. 3 und S. 92 Nr. 6, 7, 8), S. H. (Nr. 48, 51, 52, 59, 62, 78, 111, 116, 117, 141, 155, 159, 160, 180, 192, 197, 198, 206), H. L. (Nr. 14, 15, 16, 20, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 38, 43, 50, 55, 56, 61, 63, 66, 71, 72, 81), H. Hd. (Nr. 8, 23, 34, 37, 45, 46, 64) und J. E. (Nr. 4, 6, 7, 11, 12, 22, 26, 30, 68, 74, 90, 94, 95, 104, 109, 110, 115, 125, 130, 168). Auch in R. B.'s Harn, der constant Unübereinstimmungen zeigte, so dass die niedrigste Abweichung —0,3 und die höchste —2,4 betrug, war dieses Phänomen auffallend, was folgende tabellarische Uebersicht zur Genüge darthut (s. S. 103).

Wie fern es von Bedeutung ist, dass ich bei R. B. im grossen Ganzen grössere Differenzen im Nacht- als im Tagharn beobachtet habe, mag die Erfahrung entscheiden, jedenfalls aber zeigen die Versuche, dass die Uebergänge zwischen kleinen und grossen Abweichungen steil und plötzlich sein können. Und dies wurde schon von dem ersten Beobachter auf diesem Gebiete observirt, nämlich von Ventzke an dem von ihm beschriebenen Harn, welcher nach

1) Ebenso bei dem 19jährigen Herrn C. E. (Nr. 88, 98, 119 und 142).

Jahr und Monat.	Datum und Zeit.	Harnmenge in Ccm.	Spec. Gew.	Polarisation. A.	Titrirung. B.	A—B.	Anmerkungen.
1876 Decemb.	15. 10 Uhr Nachm.						Nachtharn.
"	16. 10 " Vorm.	1750	1,025	3,3%	4,2%	—0,9	(von 10 Uhr Nachm. excl. bis 10 Uhr Vorm. incl.)
"	16. 10 " Vorm.						Tagharn.
"	16. 10 " Nachm.	1180	1,033	4,2 "	4,6 "	—0,4	(von 10 Uhr Vorm. excl. bis 10 Uhr Nachm. incl.)
"	16. 10 " Nachm.						
"	17. 10 " Vorm.	1700	1,027	3,3 "	3,8 "	—0,5	Nachtharn.
"	17. 10 " Nachm.						
"	18. 10 " Vorm.	1340	1,025	2,7 "	3,0 "	—0,3	Nachtharn.
1877 Januar	24. 10 " Vorm.						
"	24. 10 " Nachm.	1570	1,033	5,6 "	5,9 "	—0,3	Tagharn.
"	24. 10 " Nachm.						
"	25. 10 " Vorm.	2360	1,030	3,9 "	6,3 "	—2,4	Nachtharn.
"	25. 10 " Vorm.						
"	25. 10 " Nachm.	2060	1,030	3,8 "	4,5 "	—0,7	Tagharn.
"	25. 10 " Nachm.						
"	26. 10 " Vorm.	1600	1,027	3,1 "	3,5 "	—0,4	Nachtharn.
Februar	26.—27. 10 Uhr Vorm.	—	—	2,9 "	4,3 "	—1,4	Wahrscheinlich nur Nachtharn.
März	2. 8 Uhr Vorm.						Harn v. 24 Stunden.
"	3. 8 " Vorm.	3883	1,024	2,8 "	3,4 "	—0,6	(8 Uhr Vorm. excl. bis 8 Uhr Vorm. incl.)
"	3. 8 " Vorm.						
"	4. 8 " Vorm.	4450	1,024	2,6 "	3,2 "	—0,6	(8 Uhr Vorm. excl. bis 8 Uhr Vorm. incl.)
"	4. 8 " Vorm.						
"	5. 8 " Vorm.	4640	1,024	2,6 "	3,1 "	—0,5	(8 Uhr Vorm. excl. bis 8 Uhr Vorm. incl.)
"	12. 8 " Vorm.						
"	13. 8 " Vorm.	4310	1,023	2,5 "	3,0 "	—0,5	(8 Uhr Vorm. excl. bis 8 Uhr Vorm. incl.)

links drehte (cfr. l. c. S. 80): „Weitere Untersuchungen konnten nicht angestellt werden, denn die Beschaffenheit des Harns desselben Kranken wurde plötzlich eine ganz andere. Er war nun dünn, hell, ohne Harnstoff und polarisirte sehr merklich, nämlich 3—8° nach rechts. Die Gährungsfähigkeit dieses Harns bestätigte ebenfalls seinen Zuckergehalt, und jene dürfte in der That als einzig entscheidend für das Vorhandensein der zuckerigen Harnruhr

anzusehen sein, obgleich zum weiteren Verfolg der Krankheit sich die Polarisation als ein sehr bequemes Vergleichungsmittel, wozu sie Biot auch empfiehlt, darbietet." Ein genaueres Studium der Variationen dieser Differenzen kam mir indessen als von untergeordneter Bedeutung vor im Verhältniss zur Frage der eigenthümlichen Substanzen, welche die Abweichungen bedingen, wesshalb ich zu grösserer Klarheit in dieser Beziehung zu gelangen bemüht war.

Wie bereits früher von Anderen[1]) bemerkt, konnten die Differenzen bedingt sein:

1) von reducirenden, optisch inactiven Substanzen,

2) von linksdrehenden und reducirenden Substanzen, wie z. B. Levulose und

3) von linksdrehenden und nicht reducirenden Substanzen, wie z. B. Eiweiss. Eiweiss war indess nicht vorhanden, der Harn gab weder beim Kochen noch bei Zusatz von Essigsäure und Ferrocyankalium Niederschlag[2]). Der Patient R. B., der sich an animalische Kost hielt, genoss ausserdem täglich $^1/_2$ Flasche feinen französischen Rothwein sowie gegen 40 gr Brod, 3—4 mal die Woche etwas Kohl und ausserdem damals (Januar 1877) ein- bis zweimal wöchentlich ein wenig Multebeeren, „Berghimbeeren" (Rubus chamaemorus L.) mit Rahm, wesshalb ich nicht ohne Weiteres die Möglichkeit des Vorkommens von Levulose ausschliessen konnte, wiewohl ich dies für wenig wahrscheinlich hielt. In dem Gedanken, die supponirte linksdrehende Substanz könnte möglicherweise Levulose sein, suchte ich sie zu isoliren, indem ich den Harn im Wasserbad bis zur Trockenheit eindampfte, das Residuum mit reinem, gut ausgewaschenen Sande ausrührte und mit kaltem Alkohol behandelte, welcher bekanntlich Levulose leichter als Traubenzucker auflöst. Zu diesem Zwecke wurden ca. 500 ccm des Harnes

1) cf. z. B. Czapek, Allgemeine Wiener medizinische Zeitung, 21. Jahrgang, No. 31, J. 1876, S. 278.

2) Uebrigens kommt das Eiweiss meinen Erfahrungen nach hier nicht in Betracht, indem ich viele vergleichende Bestimmungen mit diabetischen Harnen, welche bis ca. 0,25 % Eiweiss enthalten haben, sowohl vor wie nach Entfernung des Eiweisses vorgenommen habe, ohne dass das Resultat auffallend verschieden gewesen wäre, da ich durch Polarisation gewöhnlich nur 0,1 % und höchstens 0,2—0,3 % mehr Zucker nach der Ausfällung des Eiweisses erhielt.

von R. B. (Nr. 54) im Wasserbad bis zur Trockenheit eingedampft, das Residuum wurde mit Sand ausgerieben und in einer Erlenmeyer'schen Kochflasche mit 260 ccm 90prozentigem Alkohol von gewöhnlicher Temperatur versetzt, dann an einen kühlen Ort gestellt, nach einigen Tagen filtrirt und der Niederschlag mit etwas (ungefähr 50 ccm) Alkohol von gewöhnlicher Temperatur ausgewaschen. Nachdem das Filtrat, welches (namentlich ausser Harnstoff und etwas Traubenzucker) möglicherweise auch Levulose enthalten konnte, im Wasserbad bis auf $^1/_8$ seines Volumens abdestillirt war, wurde es mit 200 ccm Wasser unter Zusatz von fein pulverisirter Thierkohle bis zum Kochen erwärmt, wobei die früher bräunliche Flüssigkeit etwas heller wurde und das Erwärmen mit Wasser und Thierkohle wurde mehrmals wiederholt, ohne dass es gelungen wäre, die Flüssigkeit in einem besondern Grad zu entfärben. Die Flüssigkeitsmenge, welche nun 110 ccm betrug, gab beim Titriren mit Fehling'scher Flüssigkeit 1,1 %, dagegen bei der Polarisation —2,6 %. Demnach hätte man annehmen können, der Harn enthalte Fruchtzucker, welche Vermuthung jedoch durch die Hefeprobe nicht bestätigt wurde, indem nach derselben nur die reducirende Fähigkeit bedeutend abnahm, während die Linksdrehung zunahm. Nach der Gährung liess sich die Flüssigkeit weder mit Fehling, noch mit Knapp titriren. Die Reductionsfähigkeit war jedoch nicht ganz verschwunden, indem eine gewisse Entfärbung nach dem Kochen mit Fehling'scher Flüssigkeit, aber keine Spur von Kupferoxydulfällung eintrat. Dagegen hatte die Drehung zugenommen, da man jetzt —3,3 % erhielt, woraus ich den Schluss zog, dass die im Harne enthaltene linksdrehende Substanz weder gährungsfähig noch in merklichem Grade reducirend sein konnte, mit anderen Worten, dass sie keine Levulose war. Nähere Aufschlüsse erhielt ich nicht, doch vermuthete ich das Vorhandensein einer Säure, weil die Flüssigkeit stark sauer reagirte. Ein ähnlicher Vorgang wurde bei den andern Harnen (von H. L., J. E., H. H., S. H. und H. Hd.), die mehr als 1 % Zucker enthielten, befolgt. Abgesehen davon, dass die Flüssigkeit hier nur —0,6 bis 0,8 % vor der Gährung und — 0,9 bis — 1,2 % nach der Gährung gab, ging das Resultat ganz in derselben Richtung, nämlich dass die linksdrehende Substanz nicht gährungsfähig, also keine Levulose war, was ich Betreffs H. L., S. H. und H. H. im Voraus wissen konnte, da sie auf strenge Diät gestellt waren, während

J. E. und H. Hd. wegen starker Abmagerung die Erlaubniss erhielten, Brot und Milch zu geniessen. Da es mir nun durch besondere Versuche an Diabetikern (sowohl mit der schweren wie mit der leichten Form) ebenso wenig wie Külz gelungen ist (cfr. eine folgende Abhandlung), auch nur Spuren von Levulose nach Genuss derselben nachzuweisen, und da die Levulose nach meinen Untersuchungen[1]) im Harne gesunder Individuen nach Genuss von Honig auch nicht ausgeschieden wurde, sah und sehe ich es als sicher an, dass Levulose im Harne von Diabetikern nicht auftritt. Und es lässt sich nur mit Berücksichtigung der üblichen Angaben, der diabetische Harn könne manchmal Fruchtzucker enthalten, erklären, dass Zimmer (und Czapek) ohne Weiteres schlossen, die linksdrehende Substanz wäre Levulose, denn Zimmer, welcher, wie früher bemerkt, keinen Beweis für seine Behauptung anführt, macht ausdrücklich auf die Untersuchungen von Külz aufmerksam und auf das vermuthliche Factum, dass der Patient trotz strenger Diät Levulose ausschied. Cfr. l. c. S. 330: „Külz hat sowohl in einigen Fällen der schweren wie der leichten Form des Diabetes durch Ernährungsversuche gefunden, dass Fruchtzucker und Inulin die Ausscheidung von Zucker nicht steigern, resp. die bereits verschwundene nicht wieder hervorrufen, mithin selbst vom Kranken vollständig assimilirt werden. Mit Recht darf aus diesen Betrachtungen gefolgert werden, dass der Fruchtzucker viel leichter als andere Kohlehydrate im Organismus umgesetzt wird, dass sich aber daraus kein allgemeiner Schluss für die Unschädlichkeit der Levulose bei der Ernährung der Diabetiker ableiten lässt, zeigt der vorliegende Fall, wo bei Genuss von mässigen Mengen Mandelzwieback und einer Bouillon, bei deren Bereitung Wurzeln mit dem Fleisch abgekocht wurden, drei Wochen hindurch Levulose ausgeschieden wurde.“

Wenn man es auch demnach als entschieden ansehen müsste, dass der Harn von Diabetikern keine Levulose enthielt, so ging doch aus meinen Untersuchungen hervor, dass die linksdrehenden Substanzen (resp. Substanz) in einer gewissen Relation zum Zuckergehalt standen, indem sie im Ganzen mit demselben ab- resp. zuzunehmen schienen. Wir haben ja früher gesehen, dass die grössten Abweichungen (von 1 % und darüber) fast nur in den

---

1) Dieses Archiv Bd. 34, 1884, S. 593—596.

Harnen auftraten, deren mittelst Titrirung bestimmter Zuckergehalt grösser als 2,8 % war, und dass sie sich nur in verhältnissmässig geringerem Grade geltend machten, wo der durch Titrirung bestimmte Zuckergehalt weniger als 1,2 % betrug. Noch frappanter tritt dies in Zimmer's und Czapek's Falle auf, wo die Linksdrehung (cfr. die Tabelle S. 97) ungefähr proportional mit dem Zuckergehalte zu- und abnahm; und es ist wohl dieser Umstand (worauf übrigens Zimmer und Czapek kein specielles Gewicht in ihrer Darstellung gelegt haben) ein wesentlicher Anlass für den bestimmten Ausspruch gewesen, der Harn habe neben Traubenzucker auch Levulose enthalten. Man könnte hiernach möglicherweise vermuthen, die Substanz wäre ein Decompositionsprodukt des Zuckers, aber da sie selbst bei einem und demselben Individuum und bei ungefähr demselben Zuckergehalt bald in verhältnissmässig grosser, bald in geringer Menge auftrat, ja da sogar Tag- und Nachtharn merkliche Verschiedenheiten zeigen konnten, so dürfte in dieser Richtung keine bestimmte Folgerung zu ziehen sein, bevor die resp. Substanzen (resp. Substanz) in reinem Zustand dargestellt und genauer sowohl in chemischer wie in physiologischer Beziehung untersucht sind. Wegen einer mehrjährigen Krankheit musste ich diese Untersuchungen zwei Chemikern überlassen, die jedoch das Institut verliessen, ohne zu einem Resultat gekommen zu sein. Erst im Januar d. J. sah ich mich im Stande, mit Hilfe meines gegenwärtigen Assistenten, Jac. G. Otto, mich damit weiter zu beschäftigen. Nachdem es auch Otto geglückt war, das Vorhandensein einer linksdrehenden, nicht gährungsfähigen und wahrscheinlich nicht (jedenfalls nicht wie Traubenzucker) reducirenden Substanz (resp. Substanzen), die vermuthlich stark sauer reagirt, zu constatiren, schritt er zu ihrer Isolirung, und die Untersuchungen waren so weit fortgeschritten, dass ich mich, so weit ich erinnere, gegen Ende April d. J. an Prof. Huppert in Prag mit dem Ersuchen wandte, mir Aufschlüsse über die neueste Literatur in dieser Richtung zu verschaffen, während diese Abhandlung der hiesigen Gesellschaft der Wissenschaften (Sitzung der mathematisch-naturhistorischen Classe) am Freitag den 16. Mai d. J. in norwegischer Sprache vorgelegt wurde. Am 21. Mai erhielt ich durch Prof. Huppert einen Separatabdruck der schönen Untersuchungen von Prof. E. Külz, aus denen hervorgeht, dass in schweren Fällen von Diabetes mellitus eine linksdrehende Säure

auftritt, „Pseudooxybuttersäure", die wahrscheinlich Minkowski[1]) bereits früher dargestellt hat, ohne jedoch auf ihr circumpolarisirendes Vermögen aufmerksam geworden zu sein, und dass die diabetischen Harne, welche nach der Gährung starke Linksdrehung zeigen, der schweren Form angehören und mit Eisenchlorid burgunderroth gefärbt werden[2]). Da sich Külz ausdrücklich das Vorrecht reservirt, die Constitution der linksdrehenden Substanzen sowohl in diabetischem wie in normalem Harne zu untersuchen, sehe ich es als richtig an, jedenfalls vorläufig dieses Studium aufzugeben, hoffe aber doch, dass diese Arbeit dadurch nicht an Werth verloren hat.

1) Centralbl. f. d. med. Wiss. Jahrg. 22, 1884, S. 242—243.

2) Nach den Erfahrungen hier im Institute tritt jedenfalls bei den schwereren Formen diese Reaction häufig auch in solchen Harnen auf, wo Polarisation und Titrirung constant einigermassen übereinstimmende Resultate geben.

Fig. 1.
A p 4,5 p' 4,3 a 4,3 b 1 Dan. 1 Th. = 1/1254 sec.
B p 4,5 p' 4,3 a 18,8 b 1 Dan. 1 Th. = 1/1467 sec.
Fig. 2.
A p 5 p' 9,9 a
B p 5 p' 56,5
1 Th. = 1/1349
Fig. 4.
p 4,5 p' 9,9 a 93,5 b
4,5 p' 22 a 93,5 b
2 Dan.
1 Th. = 1/1420 sec.
A p 4,5 p'
B p 4,5 p'

auftritt, „Pseudooxybuttersäure", die wahrscheinlich Minkowski[1]) bereits früher dargestellt hat, ohne jedoch auf ihr circumpolarisirendes Vermögen aufmerksam geworden zu sein, und dass die diabetischen Harne, welche nach der Gährung starke Linksdrehung zeigen, der schweren Form angehören und mit Eisenchlorid burgunderroth gefärbt werden[2]). Da sich Külz ausdrücklich das Vorrecht reservirt, die Constitution der linksdrehenden Substanzen sowohl in diabetischem wie in normalem Harne zu untersuchen, sehe ich es als richtig an, jedenfalls vorläufig dieses Studium aufzugeben, hoffe aber doch, dass diese Arbeit dadurch nicht an Werth verloren hat.

1) Centralbl. f. d. med. Wiss. Jahrg. 22, 1884, S. 242—243.

2) Nach den Erfahrungen hier im Institute tritt jedenfalls bei den schwereren Formen diese Reaction häufig auch in solchen Harnen auf, wo Polarisation und Titrirung constant einigermassen übereinstimmende Resultate geben.

Fig. 2.

A p 5 p' 9,9 a

B p 5 p' 56,6

1 Th.- 1/130…

Fig. 1.

A p 4,5 p' 4,3 a 4,3 b 1 Dan. 1 Th.- 1/1264 sec.

B p 4,5 p' 4,2 a 18,8 b 1 Dan. 1 Th.- 1/1467 sec.

Fig. 4.

p 4,5 p' 9,9 a 23,5 b

4,5 p' 22 a 23,5 b

2 Dan.

1 Th.- 1/1410 sec.

A p 4,5 p'

B p 4,5 p'

…, F. Wirtz, Darmstadt.

Ueber die willkürliche Acceleration der Herzschläge beim Menschen.

Von

Prof. **J. R. Tarchanoff,**

in St. Petersburg.

Hierzu 6 Holzschnitte.

Obwohl die Herzaction der Willenseinwirkung direct in der Regel nicht unterworfen ist, verfügen wir bereits heute über eine nicht geringe Zahl von Beispielen, für die intime Abhängigkeit des Herzschlags, bezüglich Frequenz wie Character, von dem psychischen Leben des Menschen.

Entsprechend den zwei typischen regulatorischen Nervenbahnen, die mit dem Gehirn das Herz verknüpfen, den hemmenden und accelerirenden Nervenfasern, beeinflussen die verschiedenen psychischen Zustände die Herzaction bald durch Verlangsamung, bald durch Beschleunigung der Pulsationen.

Auf das enge Abhängigkeitsverhältniss der Herzaction von den psychischen Gehirnfunctionen wurde nicht ein Mal und mit besonderer Ueberzeugungskraft von Kürschner[1]), Carpenter[2]), Claude-Bernard[3]) u. A. hingewiesen. Es ist leicht, durch flüchtiges Aufzählen einiger auf diese Frage bezüglichen Facta, die Existenz eines solchen Abhängigkeitsverhältnisses ausser jeden Zweifel zu setzen.

Jeder weiss es, wie deutlich das Gebiet der Gefühle und Affecte den Rhythmus des Herzschlags beeinflusst: angenehme und freudige Gefühle und Affecte acceleriren, unangenehme oder traurige deprimiren oder hemmen den Herzschlag.

1) Kürschner, Herz und Herzthätigkeit; Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, 1844. Bd. II, p. 82—84.

2) Carpenter, Principles of the Human Physiology, 1864, p. 735.

3) Claude-Bernard, Leçons sur les propriétés des tissus vivants, 1866, p. 465.

In dieser Beziehung erscheint besonders lehrreich ein Fall von Prof. Botkin, betreffend einen Patienten, der an progressiver Muskelatrophie litt und die seltene Eigenthümlichkeit besass, nach Willkür und zur beliebigen Zeit sehr auffällig den Herzschlag hemmen und dessen regelmässigen Rhythmus stören zu können. Zum Hervorbringen dieser Erscheinung brauchte derselbe seine traurige Lage sich nur vorzustellen. Freudige Gedanken riefen jedoch das Gegentheil nicht hervor[1]).

Die höchsten Grade heftiger und plötzlicher Empfindung von Freude oder Trauer sind sogar im Stande, momentanen Herzstillstand hervorzubringen. Diese Erscheinungen sind zu bekannt, um uns länger aufzuhalten.

Interessanter sind die Fälle, die in dem Rhythmus des Herzschlags auch die Abspiegelung des Denkprocesses beweisen.

Millner Fothergill[2]) beschrieb unlängst folgendes interessante Factum: Beim Auscultiren des Herzens mit dem Stethoscop an einem nervösen jungen Menschen bemerkte er, dass jede an denselben gerichtete und von Seiten desselben Nachdenken erfordernde Frage unverzüglich eine Verlangsamung der Herzschläge hervorrief, wobei der Puls äusserst unregelmässig wurde; die den Denkprocess nicht in Anspruch nehmenden Fragen blieben ohne jeden Effect auf den Herzschlag.

Es ist ausserdem bekannt, dass anhaltend auf's Herz concentrirte Aufmerksamkeit die Funktion dieses Organs verändern könne. So begann Frank[3]) beim Lesen über die Herzkrankheiten auf die Schläge des eigenen Herzens seine Aufmerksamkeit zu lenken; es trat bei ihm in Folge dessen ein äusserst unregelmässiger, intermittirender Puls auf. Erst eine Zerstreuungsreise befreite ihn von den acquirirten Anfällen.

Damit harmonirt völlig auch ein anderes Factum von Morgagni, der einen Bologneser Professor dadurch vom intermittirenden Pulse befreite, dass er ihm rieth, niemals selbst seinen Puls zu zählen[4]).

---

1) Klinische Wochenschrift. Herausgegeben von Botkin. 1881. No. 10 (russisch: Eschenedelnaja Klinitscheskaja Gazeta).

2) Millner Fothergill, Gaillard's Medical Journal. Febr. 1880, p. 161.

3) Joseph Frank, Praxae medicae universae praecepta, Lipsiae, Th. II. Bd. II. Abth. II, p. 373.

4) Wagner's Handwörterbuch d. Physiol. 1844, Bd. II, p. 82.

Angesichts des so augenscheinlichen Einflusses der verschiedenen psychischen Momente auf den Herzschlag läge es nahe zuzulassen, dass auch der Wille, so oder anders, den Herzschlag reguliren könnte, und es dürften, wie es scheint, zu Gunsten dieser Hypothese folgende Thatsachen angeführt werden.

Tüke erwähnt eines Mitgliedes der Londoner königlichen Gesellschaft, der, 79 J. alt, dem Autor experimentell seine Fähigkeit, nach Wunsch um 10 oder 20 Schläge in der Min. den Herzschlag zu acceleriren[1]) bewies; andererseits wird in der Litteratur eines Lieutenants Townsend erwähnt, der die merkwürdige Fähigkeit besass, willkürlich Herzschlag und Athmung anzuhalten und eben damit in einen todesähnlichen Zustand zu verfallen: der Körper begann sich abzukühlen und erstarrte gleichsam, die Augen wurden unbeweglich, und zuletzt schwand das Bewusstsein; binnen einigen Stunden kam er wieder zu sich. Er starb endlich nach einem ähnlichen Experiment, das er vor vielen Zuschauern ausgeführt hatte, noch am Abend desselben Tags. Die Section ergab keine Organdegenerationen, mit Ausnahme der rechten Niere[2]).

Dieselbe Fähigkeit, das Herz anzuhalten, besitzt ein wohlbekannter amerikanischer Physiolog[3]).

In beiden Fällen wurde der Stillstand des Herzens bewirkt ohne jeden äusseren Druck auf den Vagus, d. h. ohne jene Manipulation, mit Hülfe deren der Prager Professor Czermak den Schlag seines Herzens hemmen und zum Stillstand bringen konnte.

Auf die angeführten Fälle einer anscheinend willkürlichen Acceleration des Herzschlags soll jedoch vorsichtig Bezug genommen werden, seitdem besonders von Weber der Beweis geführt wurde, dass Aenderungen des Respirationsrhythmus direct die Pulsfrequenz beeinflussen: rare Respiration, die durch tiefe Inspirationen unterbrochen wird, bewirkt auffällige Verlangsamung der Herzschläge einerseits durch intrathoracische Druckveränderung,

---

1) Daniel Hack Tüke, Illustrations of the Influence of the Mind upon the Body in Health and Disease, designed to elucidate the Action of the Imagination; London, 1872.

2) Symond's; Miscellanies, 1871, p. 160, und Carpenter, Human Physiology, 1853, p. 1103.

3) Millner Fothergill l. c. p. 160.

andererseits durch Begünstigung der Kohlensäure-Anhäufung, wodurch die in der Medulla oblongata gelegenen hemmenden Herzcentren gereizt werden; frequentes, oberflächliches Athmen führt zum Gegentheil. Weber hat an sich selbst demonstrirt, dass durch Anhalten der Respiration in der Inspirationsstellung und energische Contraction der Brustmuskeln bei geschlossener Stimmritze (d. h. bei Verhinderung der Exspiration) völliger, tiefe Ohnmacht bedingender Stillstand des Herzens hervorgerufen werden könne.

Ausdrücklich so erklärt sich Weber den Mechanismus des an dem Lieutenant Townsend anscheinend willkürlich erfolgten Stillstandes des Herzens[1]).

Beim Prüfen der Weber'schen Experimente an vielen Personen unter den angedeuteten Bedingungen erhielt Donders: Schwinden des Pulses, des Herzstosses und der Herztöne[2]).

Auf Grund obiger Data müssen die Fälle der anscheinend willkürlichen Acceleration oder Verlangsamung der Herzschläge jedes Mal bezüglich des Entstehungsmodus Zweifel wecken, d. h. ob nicht welche die Herzregulation beeinflussende Nebenmomente daran participiren, wie z. B. willkürlich hervorgerufene Ideen von dem oder jenem Character, willkürliche Aenderungen des Respirationsrhythmus u. s. w. und nicht der direct auf die Herzregulatoren wirkende Willenseinfluss.

Eine solche Analyse war, soviel uns bekannt, auf keinen der bekannten Fälle, wenn auch nur mit Hülfe der graphischen Methode, angewendet worden und deshalb besitzen dieselben gar keine Beweiskraft für unsere Frage.

Beim Darstellen eines, meiner Ansicht nach schlagenden Falles von willkürlicher Acceleration des Herzschlags, war ich natürlicher Weise bemüht, so viel wie möglich alle so oder anders verknüpfte Momente zu durchforschen behufs einer Erklärung des Mechanismus dieser Erscheinung. Mit Hülfe der gehörigen Apparate verfolgte ich graphisch die Veränderung von Frequenz und Character des Pulses, die Veränderung der Respiration und die

---

1) Weber, Ueber ein Verfahren, den Kreislauf des Blutes und die Function des Herzens willkürlich zu unterbrechen, Arch. f. Anat. und Physiol. und wissenschaftl. Medicin, von J. Müller, 1851, p. 88 u. f.

2) Donders, Weitere Beiträge zur Physiologie der Respiration und Circulation. Zeitschr. f. ration. Medic. 1854, p. 241 f.

Umfangsschwankung der Extremitäten während der Accelerationsperiode wie auch vor und nach derselben; gleichzeitig verfolgte ich auch die Schwankungen des arteriellen Blutdrucks und die Vertheilung der Hauttemperatur. Eine solche Untersuchung gewährte interessante, rein objective, für die Analyse unseres Falles kostbare Data. Nur ein rein subjectiver Factor, der a priori an der Acceleration des Herzschlags participiren könnte, wir meinen die willkürliche Hervorrufung dieser oder jener, die Herzaction accelerirender Ideen oder Vorstellungen, entzog sich der Untersuchung. In dieser Beziehung musste ich aus Nothwendigkeit den Aeusserungen des zu Untersuchenden mich anvertrauen, dessen Worten zu glauben wir allen Grund hatten, denn es war ein ernstlich gebildeter Jüngling, der den Ernst der Untersuchung erkannte und für die correcte Erklärung seiner seltenen Gabe, den Herzschlag zu acceleriren, zugleich sich lebhaft interessirte.

Das uns interressirende Individuum, ein Student aus den oberen Classen der Medico-Chirurgischen Academie, Eugen Salomé, ist von hohem Wuchs, eher mager und etwas nervös und empfindsam. Zwischen dem zehnten und fünfzehnten Lebensjahr litt er an Herzklopfen, das anscheinend ohne jede äussere Veranlassung aufgetreten war. Im Laufe der Zeit verminderten diese Anfälle sich fast bis zum Schwinden unter dem Einfluss einer vorgenommenen Behandlung und anderer günstigen Bedingungen, und er hätte das fast vollständig vergessen, wenn nicht seine Studiengenossen auf die sonderbare Fähigkeit seines Herzens, bei relativ unbedeutender äusserer Veranlassung den Pulsrhythmus auffällig zu verändern, die Aufmerksamkeit gelenkt hätten. Auf diese äusserste Irritabilität seines Herzens die Aufmerksamkeit concentrirend, bemerkte einst Salomé zufällig, dass es genüge, die Herzschläge nur acceleriren zu wollen und in dieser Absicht die gehörige Willensanstrengung aufzuwenden, um die gewünschte Wirkung zu erreichen.

Bei unserer ersten Begegnung gab er schlagende Beweise seines Könnens, und accelerirte den Herzschlag von 70 auf 105, d. i. um 35 Schläge in der Minute. Dieses Experiment wiederholte er mit demselben Erfolge einige Mal, obzwar der Grad der Acceleration mit jeder Wiederholung deutlich abnahm.

Von der Zuverlässigkeit der Sache überzeugt, benutzte ich H. Salomé's liebenswürdige Proposition und stellte eine Reihe

von Experimenten und Beobachtungen an ihm an, um die wahre Natur der anscheinend willkürlichen Acceleration der Herzschläge zu eruiren.

Die erste Präsumption wäre, dass Salomé zum Zweck der Pulsacceleration irgend welche angenehme oder freudige, mit Pulsacceleration gewöhnlich sich associirende Vorstellungen hervorrufe. Dann böte die Acceleration bezüglich des Modus der Entstehung eine nahe Analogie mit den Erscheinungen der willkürlichen Erzeugung z. B. der Gänsehaut, Speichelsecretion u. s. w. In diesen Fällen werden ja die Effecte durch willkürliche Production der entsprechenden Phantasiebilder hervorgebracht, im ersten Fall — der Kälte, im zweiten — des Schmeckhaften oder Sauren, und es erscheint als die unmittelbare, Gänsehaut wie Speichelsecretion bestimmende Bedingung nicht der Willensimpuls, sondern die durch denselben vermittelte Zwischenvorstellung.

Allein wir sind nicht berechtigt, in unserem Falle eine solche Analogie zuzulassen, da Salomé kategorisch behauptet, dass er zur Acceleration der Herzschläge weder Ideen noch Vorstellungen hervorrufe, sondern auf die Schläge des Herzens die Aufmerksamkeit nur leicht concentrire und zum Zweck der Acceleration des Herzschlags vollkommen bewusste Willenskraft aufwende. Diese Willenskraft gleiche in der Qualität vollkommen der bei willkürlicher Contraction beliebiger Muskelgruppen bemerkbaren Empfindung. Während der Sitzung habe er allerdings ein manchmal unbestimmtes Gefühl einer Contraction oder eines Gespanntseins der Halsmuskeln und sogar in der Herzregion, aber dies bisweilen und bei weitem nicht immer. Das Gefühl der Aufspannung ist jedoch von objectiven Zeichen der Contraction der Hals- oder Brustmuskeln nicht begleitet.

Es ist wichtig hier zu bemerken, dass nach Salomé's Worten die blosse Concentration der Aufmerksamkeit auf die Herzaction dem Zweck der Acceleration in der Regel nicht genüge, sondern dass dazu auch Anstrengung der Willensthätigkeit nothwendig sei. Es wiederholt sich hier gleichsam dieselbe Erscheinung, wie sie in der Sphäre willkürlicher Bewegungen der quergestreiften Körpermuskeln besteht.

Es ist bekannt, dass eine Anstrengung oder Contraction von Muskeln innerhalb bestimmter Grade die Herzaction gewöhnlich accelerirend beeinflussen. Es musste demnach verfolgt werden,

ob nicht der Untersuchte, um auf diesem Nebenwege die Pulsacceleration hervorzubringen, seine Muskeln errege. Er verbrachte die Zeit, während welcher er die Herzschläge accelerirte, in verschiedenen Körperlagen, im Liegen, Sitzen, Stehen, und es gelang kein einziges Mal, in den Muskeln des Rumpfes oder der Extremitäten merkliche Contractionen oder gar Spannungsveränderungen zu erhaschen; in der Regel erschien das Muskelsystem im Zustand völliger Ruhe, und nur merkliches Erröthen des Gesichts und eine geringe, während der Sitzung nicht immer auftretende Spannung der Halsmuskeln zeugten von irgend einer Anstrengung in der Accelerationsphase. Beiläufig sei bemerkt, dass sein Hals vollkommen normal entwickelt und keinerlei Tumoren bietet.

Bei der Berührung der Frage über das Muskelsystem unseres Individuums erscheint es nicht ohne Interesse, dass er dasselbe in aller Vollkommenheit beherrscht; er vermag besonders solche Muskeln willkürlich zu verkürzen, die der Willenseinwirkung in der Regel entgegen sind; so bewegt er die Ohren, contrahirt den M. platysma myoides beiderseits combinirt oder jeden isolirt, flectirt willkürlich jede beliebige dritte Finger-Phalange, contrahirt die verschiedenen Muskelgruppen der Hüfte isolirt u. s. w.

Der den Willensimpulsen unterworfene Herzmuskel erscheint darnach gleichsam als ein specieller Fall dieser seiner ganz besonderen neuromuscularen Organisation.

Aus den citirten Arbeiten von Weber, Donders u. A. ist es bekannt, dass Character wie Rhythmus der Respiratiosbewegungen sich deutlich in der Frequenz der Herzschläge abspiegeln. Es musste demnach entschieden werden, ob in unserem Falle die Herzacceleration nicht das Resultat willkürlicher Aenderungen der Respirationsbewegungen sei. Dazu waren Experimente in folgender Form angestellt.

Auf dem berussten Papier eines gleichmässig und horizontal sich bewegenden Cylinders Balzar'scher Construction wurden gleichzeitig 4 Curven gezeichnet (Fig. 1).

Die erste derselben wurde mit dem Marey'schen Chronographen gezeichnet und jede Zacke bezeichnet eine Secunde.

Die zweite wurde von der Feder des electrischen Signales von Deprés aufgetragen und bezeichnet die Zeit des Ruhezustandes des zu Untersuchenden in Form eines einfachen weissen Striches, während ein weisser breiter Streifen die Zeit der Acce-

lerationsperiode darstellt. Letzterer wurde dadurch erhalten, dass der zu Untersuchende gleichzeitig mit dem beginnenden Willensimpulse behufs Acceleration des Herzschlags mit dem Zeigefinger auf das Ende eines horizontalen Hebels leise drückte, wobei durch das Emporsteigen dessen anderen Endes der Zugang zu dem electrischen Signale einer Reihe von Inductionsschlägen (des gewöhnlichen Du Bois'schen Inductionsapparates) eröffnet wurde, die das Metallfederchen des Signals ins Schwanken versetzten; die schnellen Schwankungen dieses Federchens bei relativer Langsamkeit der Cylinderrollung wurden nicht einzeln aufgeschrieben, sondern verschmelzen in einander und erscheinen daher in Gestalt eines weissen Streifens, dessen Breite der Amplitude der Schwankungen des zeichnenden Federchens, des electrischen Signales, entspricht. Mit dem Aufhören der Willensanstrengung behufs Acce-

Fig. 1.

leration des Herzschlags hörte der Untersuchte auf den Hebel anzudrücken; durch das Herabsinken des anderen Hebelendes wurde der Strom aus dem electrischen Signal von Deprés augenblicklich ausgeschaltet und das zur Ruhe gekommene Federchen desselben fing von neuem an, eine weisse Linie zu zeichnen.

Die dritte Curve wurde mit dem Marey'schen Pneumographen, der auf dem Brustkorbe des untersuchten Individuums in der Höhe der Brustwarzen befestigt war, gezeichnet. Die Wellen dieser Curve geben genau Grösse und Rhythmus der Respirationsbewegungen wieder.

Die vierte Curve wurde mit Hülfe eines leicht modificirten Mosso-Frank'schen Plethysmographen, in den ein Fuss placirt war, niedergeschrieben und stellt Schwankungen zweierlei Art dar: erstens die des Pulses, zweitens die mehr ausgesprochenen Umfangsschwankungen der Organe. Die ganz deutlich verzeichneten Pulswellen erfordern keinerlei Commentarien; die Organverkleinerung drückt sich in denselben durch Sinken der ganzen Curve aus, die Vergrösserung — durch Gesammtaufsteigen derselben.

Der in solcher Form angestellte Versuch macht es möglich, anschaulich zu bestimmen, wie gross die erhaltene Herzschlagsbeschleunigung sei, wie bald dieselbe dem erzeugenden Willensimpuls nachfolge, mit welcher Consequenz dieselbe sich entwickele und vergehe, und ob diese Beschleunigung von Veränderungen der Athembewegungen und Umfangsschwankungen der Extremitäten begleitet sei.

Figur 1 stellt nur ein Beispiel aus einer ganzen Reihe vor; ein Blick genügt, um zu ersehen, dass die Beschleunigung des Herzschlags mit den Veränderungen der Athembewegungen durchaus nicht verknüpft sein kann.

So haben wir vor Beginn der Beschleunigungsperiode im Laufe von zwanzig Secunden 32 Pulsationen auf 6 Athemzüge. Bei der Acceleration des Herzschlags haben wir 41 Pulsationen auf 7 Athemzüge im Lauf derselben Zeit, d. h. bei Berechnung auf die Minute erhalten wir 96 Pulsationen auf 18 Athemzüge im ersten Fall, und im zweiten — 123 Pulsationen auf 21 Athemzüge.

Es ist begreiflich, dass eine so auffallende Pulsbeschleunigung (um 27 Schläge in der Minute) in keinerlei Abhängigkeit von einer so unbedeutenden Veränderung der Athembewegungen (Beschleunigung um 3 Athemzüge in der Minute) stehen könne. Unten an-

zuführende Zahlen aus anderen, in meinem Besitz befindlichen Curven erhärten vollkommen diesen Schluss. Beim Betrachten der Athemcurve bemerkt man leicht, dass der Character der Athembewegungen sich ein wenig ändert; dieselben werden ein wenig ungleich, die Höhe der Respirationswellen vergrössert sich ein wenig wider die Norm und erscheint dabei inconstant und es spitzen ausserdem die Gipfel dieser Wellen sich zu und weisen eben damit auf Verkürzung der Athempause, eine Verkürzung, die mit der leichten Beschleunigung der Respirationsbewegungen während der Herzschlags-Beschleunigung vollkommen in Einklang steht. Uebrigens stellt diese Eigenthümlichkeit beim Betrachten einer grossen Anzahl Curven sich nicht als constant heraus und kann wegen der Geringfügigkeit derselben in der analysirten Erscheinung der Herzschlags-Beschleunigung schwerlich irgend eine Bedeutung haben.

Zum Erweis unseres Gedankens erlauben wir uns, folgende aus anderen in unserm Besitz befindlichen Curven entnommene Zahlendata anzuführen.

Im Laufe von 20 Secunden:

Nr. des Experimentes.	Zustand des zu Untersuchenden.	Zahl der Athemzüge.	Zahl der Herzschläge.
1	Ruhe	$7^1/_4$	31
	Willkürliche Acceleration	$6^1/_2$	40
	Fortsetzen der willkürlichen Acceleration	6	36
	6 Secunden nach Eintritt der Ruhe	$5^3/_4$	31
2	Ruhe	$7^3/_4$	31
	Willkürliche Acceleration	7	38
3	Wiederum willkürliche Acceleration	6	40
	Fortgesetzte willkürliche Acceleration	$6^1/_2$	39
	Ruhe	6	31.

Um an dem untersuchten Individuum von der Unabhängigkeit der Herzschlags-Beschleunigung von jeder beliebigen Anwendung der Athembewegungen noch mehr mich zu überzeugen, durchprobte ich den Einfluss der bezüglich Frequenz und Tiefe äussersten und

auffälligsten Respirationsschwankungen auf den Rhythmus des Herzschlags, bei Benutzung derselben graphischen Methode.

Hier einige der erhaltenen Zahlen:

Im Laufe von 20 Secunden:

Zahl der Athemzüge.	Character derselben.	Zahl der Herzschläge.
4	Tief	37
22	Sehr oberflächlich . .	31
$8^1/_2$	Mitteltief	33
9	„	32
8	„	33
0	Stillstand in der Inspiration	32
0	Stillstand in der Exspiration	33.

Da auch diese ausserordentlich deutlichen Schwankungen der Athembewegungen im Rhythmus des Herzschlags nur schwach an unserem Subject sich abspiegelten, kann man schwerlich daran zweifeln, dass die an ihm beobachtete, von seinem Willen abhängige Beschleunigung des Herzschlags in gar keiner Abhängigkeit von den dabei möglichen leichten Aenderungen der Athembewegungen stehe; diese letzteren Veränderungen erscheinen gleichsam als eine beiläufige Complication, ähnlich der, die bei verstärkter willkürlicher Contraction beliebiger Muskelgruppen in der Sphäre der Athmung beobachtet wird.

An der plethysmographischen Curve (Fig. 1, Curve 4) kann man leicht erkennen, dass der Act der Herzschlags-Beschleunigung einige Zeit nach seinem Beginn von deutlicher Umfangsverkleinerung der Extremität begleitet werde, eine Verkleinerung, die (bei der Bedingung vollkommener Ruhe der Extremität im Apparat) a priori entweder von Contraction der Blutgefässe der Extremität oder von einer verminderten, durch veränderte Herzthätigkeit bedingten Anfüllung der Blutgefässe abhängen könnte. Die Entscheidung, welche dieser Voraussetzungen richtig sei, war auf dem Wege der Messung des arteriellen Blutdrucks in der Extremität sowohl zur Zeit der Herzschlags-Beschleunigungsperiode, als auch vor und nach derselben möglich. Dazu benutzte ich, bei verbindlichster Mitwirkung der Drin. Schumowa das Sphygmomanometer von Basch, womit die Schwankungen des arteriellen Druckes in der Radialarterie bestimmt wurden.

Es wurden folgende Resultate erhalten:

Experiment Nr. 1. In liegender Körperlage und bei vollkommener Ruhe des untersuchten Individuums schwankte der Blutdruck im Laufe von 3 Minuten zwischen 105 und 110 mm der Quecksilbersäule; der Puls betrug während der ganzen Zeit 76 Schläge in der Minute.

Zur Zeit der Beschleunigungsperiode, welche den Puls von 76 auf 110 in der Minute erhöhte, erhob der Blutdruck sich allmählich von 110 mm auf 112, 115, 118, 120 mm, und nach Aufhören des auf die Acceleration aufgewandten Willensimpulses, als der Puls anfing zur Norm zurückzukehren, erhielt der Blutdruck dennoch in den hohen Zahlen sich fort, und nachdem der Puls zur normalen Frequenz, d. h. zu 76 Schlägen in der Minute schon gesunken war, schwankte der Blutdruck gleichwohl zwischen 118 und 120 Schlägen noch fort. Erst 5 Minuten nach geschwundener Herzschlags-Beschleunigung kehrte auch der Blutdruck zur normalen Höhe, d. h. zu 105—108 mm der Quecksilbersäule zurück.

Experiment Nr. 2. In diesem Experiment wurden Puls und Blutdruck für Zeiträume von je 15 Secunden bestimmt:

Zustand des Untersuchten.	Zeit.	Puls.	Druck.
Ruhe.	15 Sec.	20	110—112 mm
„	15 „	21	110—112 „
„	15 „	20	110—112 „
Beschleunigung.	15 „	21	118—120 „
„	15 „	22	120—125—128 mm
„	15 „	25	130—132 mm
„	15 „	26	130 mm
	15 „	24	132 „
„	15 „	23	132 „
„	15 „	22	125—122 mm
„	15 „	22	128 mm
„	15 „	23	122—120 mm
„	15 „	21	132 mm
„	15 „	24	130—128 mm
„	15 „	24	
„	15 „	22	120—125 mm
„	15 „	19	128 mm
„	15 „	20	128—125 mm.

Die ganze Zeit unterhielt der Untersuchte die behufs Herzschlags-Beschleunigung angestrengte Willensaction.

Gegen das Ende ermüdete der Untersuchte und war nicht mehr im Stande, bei der allergrössten Energie irgend welche Herzschlags-Acceleration hervorzurufen.

Die Pulsfrequenz wurde, wie es ersichtlich ist, gegen Ende der Accelerationsperiode sogar geringer als die normale Frequenz während der Ruhe. Die ganze Dauer der auf die Herzschlags-Beschleunigung verwendeten Willensenergie betrug 12 Minuten; davon benutzte ich im Ganzen nur 3,75 Minuten zur Messung des Pulses und Blutdrucks.

55 Minuten nach Eintritt völliger Ruhe zeigte der Untersuchte in den nachstehenden, einander unmittelbar nachfolgenden Zeitperioden von je 15 Secunden:

Puls.	Blutdruck.
20	120—122
19	118—120
19	125
18	125.

Experiment Nr. 3. Wurde nach einer halbstündigen Erholung nach den zwei ersten unternommen. Der zu Untersuchende fühlte sichtlich sich ermüdet und brachte desshalb nicht mehr eine so energische Beschleunigung hervor wie in den zwei ersten Versuchen. Aber dies Experiment gewährt den Vorzug, dass Puls und Blutdruck nach je 15 Secunden ununterbrochen die ganze Zeit hindurch verzeichnet wurden und es tritt darin die Unabhängigkeit der Herzschlagsbeschleunigung von der Höhe des Blutdrucks mit besonderer Schärfe hervor.

Zustand des Untersuchten.	Zeit.	Puls.	Druck.
Ruhe	15 Sec.	18	122 mm
„	15 „	17	125 „
„	15 „	18	122 „
Willkürliche Acceleration . .	15 „	20	132—135 mm
„ „ . .	15 „	21	135 mm
„ „ . .	15 „	23	138—140 mm
Uebergang zum Zustand der Ruhe	15 „	21	140 mm
Ruhe	15 „	19	145 „
„	15 „	19	138—140 mm

Zustand des Untersuchten.	Zeit.	Puls.	Druck.
Ruhe	15 „	18	142—140 „
„	15 „	20	140—142 „
„	15 „	19	
„	15 „	21	140—138 „
„	15 „	19	
„	15 „	19	135 mm
„	15 „	18	135—132 „
„	15 „	18	135 mm.

Alle drei hier vorgeführten Experimente zeigen übereinstimmend, dass mit Eintritt der Herzschlags-Acceleration mehr oder weniger bald auch Blutdruckssteigerung sich einstelle, die auf längere Zeit die Herzschlags-Acceleration selbst überdauert; so konnte der Pulsrhythmus schon vollkommen zur Norm zurückkehren, während der Blutdruck auf relativ hohen Zahlen sich forterhielt.

Diese Folgerung wird besonders anschaulich, wenn wir graphisch die Data auch nur des letzten Experiments darstellen.

Aus der graphischen Darstellung (Fig. 2) erhellt es, dass mit Beginn der willkürlichen Herzschlags-Acceleration auch der Blutdruck anfange sich stufenweise zu steigern und erst dann sein Maximum erreiche, wenn der Untersuchte die auf Herzschlags-Beschleunigung gerichtete Energie des Willens aufgehoben hat und wenn der Puls schon anfängt, eine deutliche Verlangsamung zu zeigen; diese Blutdruckserhöhung währt längere Zeit, zum Sinken eine geringe Neigung äussernd, und gegen Ende des Versuches, wo der Puls schon vollkommen zur Norm zurückgekehrt ist (im Zustande der Ruhe), hält der Blutdruck sich dennoch um 13 mm über seiner normalen Höhe. In dieser Beziehung coincidiren die Resultate der Blutdrucks-Messung mit den Andeutungen der plethismographischen Curve (Fig. 1, Curve 4), wo wir bemerkt hatten, dass die willkürliche Herzschlags-Beschleunigung von einer Umfangsverminderung der Extremität begleitet sei, welche Umfangsabnahme gleichfalls die Periode der Herzschlags-Beschleunigung überdauerte.

Die Aufzeichnungen des Sphygmomanometers, die eine der plethysmographischen Curve annähernd parallele Curve darstellen,

Fig. 2.

1. Die Curve der Pulsschwankungen.
2. Die Curve der Schwankungen des Blutdrucks.

geben zugleich den Schlüssel zur Erklärung der ersteren plethysmographischen Curve.

Es ist evident, dass die vasomotorische Erscheinung der Blutgefässverringerung der die willkürliche Herzschlags-Beschleunigungsperiode begleitende und überdauernde Umfangsabnahme der Extremität zu Grunde liegt, da der Seitendruck in den grösseren Arterienstämmen deutlich hierbei steigt. Unsere obige Voraussetzung, dass in Folge verminderter Herzthätigkeit die Umfangsabnahme der Extremität in der Beschleunigungsphase von ungenügendem Zufluss arteriellen Blutes abhängen könnte, verliert allen Boden schon in Folge obiger Experimente mit dem Blutdruck, da wir sonst nicht Erhöhung, sondern schnelles Sinken des Blutdrucks erhalten müssten, was in Wirklichkeit nicht eintritt. Wäre ausserdem die Umfangsverkleinerung der Extremität eine unmittelbare Folge der verminderten, das Blut ungenügend zuführenden Herzarbeit, so

müsste mit dem unmittelbar nach der Beschleunigungsphase wiederkehrenden normalen Herzrhythmus die Wiederherstellung auch des Extremitätenumfanges eintreten. Allein diese Wiederkehr vollzieht sich in einer, dem stufenweise zur Norm sinkenden Blutdruck annähernd parallelen Reihenfolge.

Es ist also zweifellos, dass der Beschleunigungsact des Herzschlags von gleichzeitiger Erregung vasomotorischer Centra der Extremitäten begleitet wird, und dass der Effect dieser Erregung einige Zeit den willkürlichen Act der Herzschlags-Beschleunigung überdauert. Da der innerhalb gewisser Grenzen erhöhte arterielle und somit auch intracordiale Blutdruck bekanntlich als Quelle der Herzschlagsbeschleunigung dienen kann, so erweist sich die Frage, ob nicht die Herzschlags-Beschleunigung auch in unserem Fall von dem erhöhten arteriellen Blutdruck abhängig sei, durchaus nicht als müssig. Mit anderen Worten, es könnte unser Fall in folgender Form präsentirt werden: Der Untersuchte versetzt die Arterien der Extremitäten in den Zustand der Contraction mittelst eines Willensaufwandes, erhöht den Blutdruck eben dadurch, letzterer aber bedingt seinerseits Beschleunigung des Herzschlags. Die Herzschlags-Beschleunigung erschien somit als eine nebensächliche, secundäre Erscheinung ohne directe Beziehung zur Willensthätigkeit.

Allein es ist leicht zu sehen, dass eine solche Vermuthung der Kritik nicht Stand halten kann. Aus der Vergleichung der Curve der Blutdrucksschwankungen mit der Pulscurve erhellt es, dass die Blutdruckserhöhung der Herzschlags-Beschleunigung durchaus nicht vorausgeht, sondern nur dieselbe begleitet und um eine ziemlich beträchtliche Zeit überdauert.

Untersuchter konnte die auf Herzschlags-Beschleunigung gerichteten Anstrengungen bereits unterbrechen, aber der arterielle Druck fuhr fort sich zu erheben und hielt sich auf relativ hohen Zahlen zu einer Zeit, wo der Pulsrhythmus schon zur Norm zurückgegangen war. Es ist nun klar, dass es in unserem Fall keine Möglichkeit gebe, Erhöhung des Blutdrucks und Beschleunigung des Herzschlags wie Ursache und Wirkung zu verknüpfen.

Die vasomotorischen Erscheinungen des Untersuchten berührend, halte ich es nicht ohne Interesse, hinzuzufügen, dass die Hände während und nach der Phase der willkürlichen Herzschlags-Beschleunigung sich kalt anfühlten, entsprechend der beschriebenen Gefässcontraction der Extremitäten; die mit einem Flächenthermo-

meter gemessene Hauttemperatur fiel um 1—2° C., während die Gesichts-, Stirn- und Wangenhaut um 0,5° C. u. m. sich erwärmte. Hier begegnen wir derselben Reihe vasomotorischer Erscheinungen, die jede heftige Nervenerregung begleiten, nämlich einer Verengung der peripheren Gefässe nebst Congestion zum Kopf.

Gleichfalls an dieser Stelle werde eine Erscheinung beiläufig angedeutet, die auf eine hohe Erregbarkeit des vasomotorischen Systems des Untersuchten hinweist.

In dem Zimmer, in dem die Blutdrucksuntersuchungen vorgenommen wurden, befanden sich einige Aerzte, die dann und wann mit Fragen halblaut zu einander sich wandten. Nichtsdestoweniger stieg der Blutdruck in der A. radial. um 5—15 mm der Quecksilbersäule und kehrte jedesmal nach eingetretener Stille von Neuem zur Norm zurück. Diese Erscheinung erinnerte an die bekannten Mosso'schen plethysmographischen Untersuchungen, wo jede noch so wenig heftige oder plötzliche Erregung des Nervensystems von einer Abnahme des Extremitätenumfanges, d. h. von Contraction der peripheren Gefässe begleitet war. In unserm Fall wurde der vasomotorische Apparat unter dem Einfluss der schwächsten und kürzesten äusseren Gehörseindrücke thätig.

Mit der hohen Erregbarkeit des vasomotorischen Systems ist die gleichfalls nicht geringere Erregbarkeit seines Herzens verknüpft. So schloss der Untersuchte die Lider zur Verlangsamung des Herzschlags (vor der Beschleunigungsphase desselben) und beseitigte jeden Lichtreiz. Dabei gelang es ihm dadurch, sein Ziel zu erreichen; oftmals schlug der Puls merklich gleichmässiger und manchesmal etwas langsamer. Oeffnung der Augen ergab das Gegentheil. Ebenso beruhigend auf den Herzschlag wirkte die Concentrirung der Aufmerksamkeit auf irgend eine langweilige Abhandlung. Zu diesen Kunstgriffen nahm er nicht selten seine Zuflucht zur Beruhigung seines aus irgend welchem Grunde in Wallung versetzten Herzens.

Nachdem wir so alle wesentlichen Bedingungen, die auf unseren Fall von willkürlicher Beschleunigung der Herzaction Bezug hatten, erforscht haben, gelangen wir unvermeidlich zu der Folgerung, dass jene Acceleration kein Nebenresultat von Vorstellungen und Ideen (die vom Untersuchten hervorgerufen wurden), kein Resultat beliebiger Muskelbewegungen oder veränderter Athembewegungen oder veränderten Blutdrucks, sondern wahrscheinlich directe

Folge der Willenseinwirkung auf die regulatorischen nervösen Herzcentra und Nervenbahnen des Herzens sei.

Es fragt sich nun, auf welche regulatorischen Mechanismen der Wille in unserem Fall einwirkt. Die Acceleration des Herzschlags durch Willenseinfluss könnte entweder dadurch zu Stande kommen, dass das in der Medulla oblongata gelegene Herzhemmungscentrum durch die Willensimpulse unseres Individuums deprimirt, paralysirt, oder dass das in dem oberen Theil des Halstheils des Rückenmarks gelegene Herzbeschleunigungscentrum erregt würde. Welche dieser beiden Erklärungen ist denn wahrscheinlicher? Zur Lösung dieser Frage müssen wir erstens den Gang der Entwickelung der Acceleration unmittelbar nach Auftritt des beschleunigenden Willensimpulses und den Gang des Schwindens der Acceleration nach Aufhören desselben Willensimpulses verfolgen; zweitens müssen wir unsere Aufmerksamkeit auf die dabei auftretenden Veränderungen der Pulscurve, und drittens auf die Schwankungen des Extremitätenumfangs lenken.

In Betreff des ersten Satzes genügt ein Blick auf die obige Pulscurve während der Acceleration des Herzschlags (Fig. 2), um zu ersehen, dass nach Einsatz des Willens die Pulsfrequenz nur allmählich steige und binnen $^1/_2$—$^3/_4$ Minuten, vom Anfange der Willensanstrengung gerechnet, das Maximum erreichen könne. Andererseits sinkt der Puls nach Aufheben dieses accelerirenden Willensimpulses gleichfalls allmählich und gelangt zur Norm binnen einigen Minuten, wobei beim Fallen noch einige secundäre Schwankungen nach der einen oder andern Seite sich zeigen. Dies allmähliche Auftreten und allmähliche Vergehen der Acceleration erinnert, dem Character nach, an die unmittelbare Reizung des herzbeschleunigenden Mechanismus, d. h. der centrifugalen Fasern (nn. accelerantes) und deren Centra; es ist bekannt, dass auch in diesem Fall die Acceleration nicht mit einem Mal erhalten wird, sondern bis zu bestimmter Grenze allmählich anwächst, worauf die Beseitigung der Reizung ein ebenso allmähliches Schwinden der Acceleration verursacht, bis die Norm wieder erreicht wird. Ganz anders bei Lähmung der hemmenden Herznerven, d. i. bei Zerstörung des in der Medulla obl. gelegenen Herzhemmungscentrum oder bei Durchschneidung der NN. vagi. Hier wird der Puls fast sofort auffällig accelerirt und erreicht schnell das Maximum, und andererseits tritt bei Erregung des hemmenden Herzmechanismus,

wenn die Erregung nur stark genug ist um überhaupt hervorzutreten, äusserst schnelle Verlangsamung des Herzschlags auf, d. h. es verschwindet die vorangehende Beschleunigung schnell. Beim Erwägen des Gesagten werden wir schwerlich irren, wenn wir sagen, dass in unserm Fall von willkürlicher Acceleration des Herzschlags der Effect durch Willenserregung der accelerirenden Herznerven erreicht werde.

Wir wenden uns zur Betrachtung des Pulses. Schon aus der plethysmographischen Curve der Pulswellen (Fig. 1, 4) kann man deutlich sehen, dass die Pulsbeschleunigung von allmählicher, aber auffälliger Abschwächung der Pulswellen begleitet werde, wobei in der Periode der bedeutendsten Beschleunigung die Höhe derselben auf $^1/_3$ der normalen Höhe, die bei ruhigem Verhalten des Subjects beobachtet wird, und noch tiefer sinken kann. Da es wünschenswerth war, diese Pulswellenveränderungen genauer zu verfolgen, registrirten wir dieselben sowohl mit dem Knoll'schen wie auch mit dem Marey'schen Sphygmographen. Da letzterer uns besser gelungene und glücklichere Curven lieferte, so bleiben wir bei Betrachtung letzterer.

Fig. 3.

a — Puls im Zustande der Ruhe des Untersuchten; 76 in der Minute.

Fig. 4.

b — Puls inmitten der Acceleration; 105 in der Minute.

Fig. 5.

c — Puls zu Ende der Accelerationsperiode; der Untersuchte fühlt sich ermüdet.

Fig. 6.

d — Puls, 5 Min. nach Aufhebung des accelerirenden Willensimpulses. Der Untersuchte befindet sich im Zustand völliger Ruhe.

Beim Anblick angeführter Pulscurven kann man klar erkennen, dass der accelerirende Willensimpuls Frequenz wie auch Character des Pulses ändere. Die systolische Erhebung oder Wellenhöhe vermindert sich allmählich nach Maassgabe der Beschleunigungsentwickelung der Herzschläge und sinkt annähernd auf $^1/_3$ der für den Ruhezustand normalen Höhe; ausserdem ist in der Beschleunigungsperiode die Steilheit der systolischen Erhebung gewöhnlich weniger auffallend ausgedrückt; diese beiden Umstände sind natürlich von einer weniger energischen Herzarbeit bedingt; wir sehen hier die auch bei künstlicher Erregung der beschleunigenden Herzmechanismen auftretende Erscheinung, wobei die einzelnen Pulsationen an Frequenz gewinnen, an Stärke verlieren. Gegen diese Erklärung könnte offenbar eingewendet werden, dass die Pulscurven-Veränderung Folge nicht der veränderten Herzarbeit, sondern der durch Contraction peripherer Blutgefässe hervorgebrachten Blutdrucks-Veränderung sei, eine Contraction, die den Herzschlags-Beschleunigungsact bei unserem Individuum, wie wir sehen, begleitet. Eine solche Hypothese könnte darauf basirt sein, dass, je höher der mittlere Blutdruck steht, die auf den einzelnen Puls kommenden Druckzuwachsquoten und somit auch die Pulshöhe um so schwächer werden. Allein man kann aus folgenden drei Gründen hiermit nicht einverstanden sein: erstens waren die Zuwachsquoten des arteriellen Blutdrcks in der Beschleunigungsperiode so sehr unbedeutend (ca. 20—25 mm der Quecksilbersäule), dass die erhaltenen auffälligen Pulscharacteränderungen damit nicht erklärt werden dürfen; zweitens würde die weniger steile (mehr sanft geneigte) systolische Pulswellen-Erhebung in der Beschleunigungsperiode von diesem Gesichtspunkt aus unverständlieh bleiben; und drittens gehen die Characterveränderungen des Pulses, was am wichtigsten ist, mit den Schwankungen des Blutdrucks durchaus nicht Hand in Hand: nach Aufhören des accelerirenden Willensimpulses, wo der Puls zur Norm zurückgekehrt ist, hielt der

Blutdruck in relativ hohen Zahlen sich fort. Diese Data genügen zu der Folgerung, dass die Characteränderung des Pulses (in der Beschleunigungsperiode) nicht von den Schwankungen des Blutdrucks, sondern von Aenderung der Herzarbeit abhänge.

In Betreff des absteigenden, dem diastolischen Sinken entsprechenden Pulscurven-Theils ist es ersichtlich, dass die Steilheit des Abfalles während der Herzschlags-Beschleunigung geringer wird, d. h. dass die Neigung beim Abfallen sanfter wird und dabei die secundären und tertiären Wellen, d. h. der Dikrotismus, Trikrotismus und an einzelnen Pulswellen sogar Polykrotismus deutlicher hervortreten.

Diese beiden Erscheinungen im absteigenden Theil der Pulscurve erklären sich durch den verengten, gespannteren Zustand der peripheren Gefässe, der den Act der Herzschlagsbeschleunigung, wie wir sehen, begleitet. Und in der That müssen, in Folge der Gefässverengung, die Arterien unvermeidlich das Blut langsamer entleeren und somit eine schrägere Curve diastolischen Abfalls ergeben; andererseits muss der gespanntere Zustand der Arterienwände die Bildung secundärer Vibrationswellen und somit die Erscheinungen der Polykrotie begünstigen. So sprechen auch die Characteränderungen des Pulses (in der Beschleunigungsperiode des Herzschlags) dafür, dass unser Subject nicht durch Depression des hemmenden Herzmechanismus, sondern durch Erregung mittelst Willenseinflusses des accelerirenden Herzmechanismus das Ziel erreiche.

Für dieselbe Thesis spricht noch folgender indirecte Beweis: Bekanntlich ähnelt der durch Erregung des accelerirenden Herzcentrums hervorgerufene veränderte Herzschlag seinem Character nach dem durch Erwärmen desselben Organs erhaltenen auf's Aeusserste. Somit war es für mich höchst interessant, die beim Aufenthalt des Menschen in einer heissen russischen Badestube auftretenden Pulsveränderungen mit denen, die unser Subject durch Willenseinfluss hervorrief, zu vergleichen, da in derselben die Körpertemperatur eines jeden Menschen um 0,5—2° C. u. m. sich erhöht und somit das Herz die Wirkung erhöhter Temperatur erfährt. In der von Kostjürin über die physiologische Wirkung der russischen Bäder auf den menschlichen Organismus ausgeführten Arbeit[1]) finden sich vollkommen befriedigende Hinweise auf die

1) 1883, Juni, p. 32. — Meschdunarodnaja Klinika (russisch).

Veränderungen von Frequenz wie Character des Pulses unter dem Einfluss einer (im Mittel auf 57° C.) erhöhten Badestubentemperatur. Der Vergleich der von ihm erhaltenen sphygmographischen Curven mit den unsrigen, in der Periode der Herzschlagsbeschleunigung bei unserem Subject eingeschriebenen, ergiebt fast völlige Identität. Gleich den Pulsveränderungen unseres Individuums beim Uebergang aus Ruhe in willkürliche Acceleration des Pulses sind die Pulsalterationen beim Uebergang aus der gewöhnlichen Temperatur des Zimmers in die hohe Temperatur der Badestube; neben auffälliger Acceleration des Pulses, verändert sich auch der Character der Pulswellen: es verringert sich merklich die systolische Erhebung und diastolische Steilheit des Abfalls und es vermehrt sich Dikrotismus und diastolisches Abfallen bedeutend. Kurz, es wird das von uns an unserem Individuum in der Periode der durch Willenseinfluss beschleunigten Herzaction erhaltene Resultat fast buchstäblich wiedergefunden. Was in unserem Fall blosse Willensenergie, vermag bei anderen Menschen die auf den Organismus (und ergo auch auf's Herz) wirkende Wärme zu erzeugen. Somit spricht die fast völlige Identität der oben verzeichneten, beim Erwärmen des Herzens in der Thätigkeit dieses Organes eintretenden Veränderungen, mit den bei directer Reizung der accelerirenden Herznerven an Thieren gewonnenen Resultaten, sowie andererseits die fast gleichartigen Pulsveränderungen sowohl bei durch Willenseinfluss hervorgerufener Acceleration, wie überhaupt bei gesunden Menschen, nachdem dieselben der Einwirkung einer hohen Badestubentemperatur ausgesetzt worden sind, zu Gunsten der Meinung, dass der Untersuchte durch seine Willensenergie die accelerirenden Herzmechanismen errege und dadurch den Herzschlag beschleunige.

Zu derselben Folgerung führt die obige Umfangsschwankung der Extremitäten unseres Subjects. Entsprechend der plethismographischen Curve haben wir gesehen, dass der Uebergang zur willkürlichen Pulsacceleration von einer Abnahme des Extremitätenumfangs begleitet wird. Dieses Factum benimmt sofort jede Erklärungsmöglichkeit der Beschleunigung des Herzschlags in unserem Fall durch eine willkürliche Depression des hemmenden Herzmechanismus, da gerade der umgekehrte Effect, d. h. auffällige Umfangsvergrösserung infolge verstärkten Blutzuflusses in die Arterien nebst starker übereinstimmender Blutdruckserhöhung hierbei unvermeidlich wäre. Es zeigte sich aber in Wirklichkeit auffällige

Abnahme des Extremitätenumfangs nebst nur geringerer Blutdruckserhöhung.

Auf Grund obiger Thatsachen und Erfahrungen halte ich es für völlig gerechtfertigt, zuzulassen, dass Salomé die merkwürdig seltene Gabe besitze, den accelerirenden Herzmechanismus willkürlich zu erregen. Es muss natürlich eine besondere Organisation des Nervensystems einer derartigen Fähigkeit zu Grunde liegen. Die einfachste Erklärung dieses von uns angeführten Falles wäre, die Existens directer Nervenverbindungen im Centralnervensystem unseres Subjects zwischen den höchsten Willenscentren der Hemisphärenrinde und den (in den oberen Theilen des Halsrückenmarks gelegenen) accelerirenden Herzcentren zuzulassen. Es könnte überhaupt im menschlichen Nervensystem eine ähnliche intercentrale Verknüpfung existiren, nur wäre dieselbe in der ungeheuren Ueberzahl der Fälle für Willensimpulse nicht besonders durchgängig und infolge unbekannter ätiologischer Momente in unserm Fall der Willenserregung unterworfen.

Untersuchter beherrscht das Herz eigenthümlicher Weise nur in einer Richtung, d. h. seitens der Acceleration, und vermag willkürlich auch nicht im Geringsten den Herzschlag zu hemmen.

Wir gehen nunmehr an die Beschreibung einiger, die willkürkürliche Beschleunigung des Herzschlags bei unserem Subject beeinflussender Momente.

Am leichtesten und mit bedeutendstem Erfolg wurde die Pulsbeschleunigung in der Regel des Morgens nach einer ruhig verbrachten Nacht, wo unser Subject sich vollkommen munter und ruhig fühlt und vor Aufnahme von Kaffee oder Thee oder sonstiger erhitzender Getränke, hervorgerufen.

Es ist bemerkenswerth, dass alle, so oder anders Ermüdung oder Erschöpfung des Nervensystems überhaupt und des Herzens insbesondere bewirkenden Momente, wie verstärkte Muskelbewegung, angespannte Gehirnarbeit, erhitzende Getränke, sexuelle Excesse, vorangegangener fortgesetzter Aufenthalt in heisser Badestube, eine schlaflose Nacht, vermehrtes Tabakrauchen, schwächten eigenthümlicher Weise auffällig die Fähigkeit unseres Subjects, den Herzschlag zu acceleriren. Unter diesen ungünstigen hier aufgezählten Umständen kostete es ihm einen colossalen Willensaufwand, um den Puls auch nur um 10—18 Schläge in der Minute zu beschleunigen. In demselben ungünstigen Sinn wirkten auch un-

mittelbar sich folgende Acte der Acceleration, von nur kurzen Pausen unterbrochen; mit jedem folgenden Act wurde die Acceleration geringer und war mit immer grösserer Anstrengung verbunden. Zuletzt war Untersuchter so ermüdet, dass er uns erklärte, vollkommen unvermögend geworden zu sein, irgend welche weitere Acceleration hervorbringen zu können.

Unter den die Fähigkeit unseres Subjects der willentlichen Acceleration des Herzschlags beeinflussenden Agentien verzeichnen wir noch zwei: Arsenik und Stickstoffoxydul.

Die Informationen über das erste Agens erhielt ich von Salomé selbst, der bei Einnahme von Solutio arsenical. Fowleri in kleinen Dosen und einige Tage hindurch bemerkt hatte, dass dabei viel leichter die Acceleration des Herzschlags gelinge und dass dabei selbige viel auffälliger als an den Tagen, an welchen die Arzenei nicht eingenommen wurde, auftritt. Diese Wirkung zeigte sich so constant und sicher, dass in Fällen vorangehender Vorbereitung zur Demonstration seiner Fähigkeit der Herzschlagsacceleration, er zur Verstärkung des Effects bisweilen geringe Dosen Arsenik einnahm. Ich übernehme es nicht zu erklären, wie Arsenik den Eintritt der willkürlichen Acceleration der Herzschläge begünstigt, ob infolge erhöhter Erregbarkeit des accelerirenden Herzmechanismus oder durch Erhöhung des allgemeinen Wohlbefindens und vermehrter Energie des Organismus. So oder anders, aber in Folge dieser Beobachtung wäre es doch wünschenswerth, die Wirkung des Arseniks auf die Functionirung des accelerirenden Herzmechanismus zu untersuchen.

Die Erfahrungen über den Einfluss des Stickstoffoxyduls sind verbindlichst vom gewesenen Ordinator der Prof. Botkin'schen Klinik, Dr. Klikowitsch mir übermittelt worden. Er unterwarf Salomé Inhalationen eines Gasgemenges von 4 Volumina Stickstoffoxydul und 1 Volumen Sauerstoff, d. h. eines solchen Gemenges, das bei völliger Garantie der Erhaltung der zur Respiration unentbehrlichen O-Menge und ohne das Bewusstsein zu trüben, dem Untersuchten die Möglichkeit gewährte, den Herzschlag zu beschleunigen. Es wurde vor der Inhalation die Zahl der Pulsschläge in der Minute gezählt und darauf die Acceleration der Schläge in derselben Zeiteinheit unter Einwirkung des Willensimpulses bestimmt. Unter gewöhnlichen Umständen konnte unser Subject den Puls um 20—30 Schläge in der Minute beschleunigen.

Da es aus der Arbeit von Goldstein[1]) bekannt ist, dass Inhalationen von N_2O durch Abschwächung der herzhemmenden Vagusfunction per se den Herzschlag leicht acceleriren, so bestimmte Klikowitsch zuvor den Grad dieser Acceleration unter dem Einfluss von 6—10 Inhalationen obigen Gasgemenges. Bei einfacher Inhalation ohne jeden accelerirenden Willensaufwand wurde der Puls nur um 6—8 Schläge in der Minute frequenter. Nach einer Erholung von 15 Minuten wurden von Neuem 6—10 Inhalationen vom Untersuchten ausgeführt und nach Klikowitsch's Aufforderung Acceleration des Herzschlags angestrebt; allein die Versuche blieben ganz erfolglos, der Puls blieb vollkommen unverändert und diese Machtlosigkeit des Untersuchten dauerte trotz völlig bewahrten Bewusstseins, so lange, bis nach unterbrochener Inhalation der Einfluss des Luftgases völlig gewichen war; dann genügte derselbe Willensimpuls, um die Herzaction um 24—30 Schläge in der Minute wie zuvor zu beschleunigen. Untersuchter definirte jene Machtlosigkeit nach Inhalationen von Sticksoffoxydul durch Vergleich derselben mit der vergeblichen Anstrengung, einem gelähmten Glied motorischen Willensimpuls zu ertheilen. In dieser Form wurde das Experiment 4mal wiederholt und immer dasselbe Resultat erhalten; stets wurde durch Stickstoffoxydul das Vermögen, den Herzschlag willkürlich zu beschleunigen, vernichtet.

Zuletzt erscheint es, zur grösseren Vollständigkeit des Umrisses, nothwendig, die Resultate der durch Prof. Botkin an Salomé vorgenommenen klinischen Untersuchung anzuführen. Um des grossen Interesses willen wird die Beschreibung[2]) dieser Analyse des geschickten Klinikers wörtlich angeführt: „Untersuchter ist von hohem Wuchs, mittlerer Constitution und Ernährung, mit geringem Rest der Schilddrüse. Herzstoss diffus, nämlich zwischen der 3.—4., 4.—5. und am deutlichsten zwischen der 5. und 6. Rippe; die absolute Herzdämpfung beginnt unter der 3. Rippe und endet an der 6.; Querdurchmesser nach rechts fast bis zur l. mediana, nach links ganz bis zur l. mamillaris. In der linken Parasternalen eine leichte Dämpfung bemerkbar, die fast

1) Dies Archiv 1878, 17. Bd., 7. u. 8. Heft, S. 331.

2) „Klinische Wochenschrift", herausgeg. von Botkin. 1881. No. 10 (Russisch: Eschenedelnaja Klinitscheskaja Gazeta).

unter der Clavicula beginnt, nach rechts zur l. mediana sich erstreckt und nach links bis auf 3 Fingerbreit vom Rand des Sternums entfernt ist. Die Leber beginnt von der 6. Rippe und überragt anscheinend den Rippenbogen. Milz percussorisch von der 8. Rippe, nicht palpirbar. In den Lungen vesiculäres Athmen; in der linken Parasternalen, in der Region der gefundenen Dämpfung etwas schwächeres und kürzeres Athmungsgeräusch als rechts. An der Herzspitze 2 Töne, an der Aorta und A. pulm. Accent auf dem zweiten Ton; in der linken Parasternalen unter der 3. Rippe systolisches Geräusch, bei Druck mit dem Stethoscop sich verstärkend. Beide Töne in den Carotiden. Puls 84 im ersten Moment der Untersuchung, hob darauf sich rasch auf 96; ziemlich voll, weich und gleichmässig. Ueberhaupt abnorme Irritabilität des Herzens bemerkbar, denn es genügte eine einzige Untersuchung, um eine Pulsacceleration um 12—16 Schläge in der Minute hervorzurufen."

„Nachdem Salomé sich einigermaassen beruhigt hatte, ergab die Wiederholung der objectiven Untersuchung nichts Abnormes."

„Bei der accelerirenden Willensaction wird der Herzstoss schwächer und bleibt nur zwischen der 5. und 6. Rippe sichtbar, dabei zur l. mamillaris näher; Längsdurchmesser des Herzens beginnt an der 3. und endet an der 6. Rippe; Querdurchmesser hat sich vergrössert, reicht ganz bis zur l. mediana; das systolische Geräusch in der linken Parasternalen weniger deutlich, in der Region der Dämpfung aber erscheinen kleinblösige Rasselgeräusche, wobei die Dämpfung selbst deutlicher wird. Pulscharakter gleichfalls verändert in Frequenz und Kraft: von 94—96, beschleunigt auf 116, 118 und 120 Schläge; Puls weicher und schwächer geworden, leicht wegdrückbar; die einzelnen Pulswellen ungleich voll. Nach einer Erholung ergaben Percussion, Auscultation und Palpation das vor der willentlichen Acceleration gefundene Resultat."

Diese klinische Untersuchung bestätigt vollkommen, erstens die Resultate der vorangegangenen physiologischen Pulsuntersuchung, zweitens führt dieselbe durch Hinweis auf die Abschwächung des Herzstosses während der accelerirenden Willensaction zu derselben Folgerung, zu der auf einem andern Wege wir auch gelangt waren, dass nämlich die Accelerationsperiode des Herzschlags von Abschwächung der Herzarbeit begleitet wird,

und drittens beweist dieselbe, was besonders wichtig ist, dass während der accelerirenden Willensthätigkeit solche auffällige Veränderungen der Herzarbeit auftreten, die im Stande sind, sogar am Querdurchmesser dieses Organs sich zu zeigen. Letzterer Umstand veranlasste uns, die lange Reihe von Experimenten und Beobachtungen aufzugeben, die an H. S. auszuführen wir im Sinne hatten, der die Untersuchung seines Herzens stets liebenswürdig proponirte und ihm zu rathen, weitere Uebungen in dieser Beziehung aufzugeben, zur Verhütung der allendlichen Entstehung eines Herzfehlers.

Anhang.

Dank der Liebenswürdigkeit einiger Aerzte, mit denen ich bekannt bin, ist es mir gelungen, noch einen anderen, viel bemerkenswertheren Fall von willkürlicher Acceleration der Herzschläge zu beobachten. Ein sehr nervöser und reizbar junger Mann vermochte beim ersten Probeversuch, den ich mit ihm anstellte, die Zahl seiner Pulsschläge nach Belieben von 85 Schlägen in der Minute auf 130, d. h. auf 45 Schläge in der Minute zu erhöhen. Leider stellten sich bei ihm während dieser Probe seiner Fähigkeit den Puls zu beschleunigen, ein unwillkürliches Zittern des ganzen Körpers und sowohl frequentere wie auch energischere Athembewegungen ein. Dennoch war es nicht möglich, diese so beträchtliche Beschleunigung der Herzaction durch das Zittern oder durch die Aenderung des Characters der Athmung zu erklären, da die willkürliche Hervorrufung dieses Zitterns und der energischen und frequenten Athembewegungen allein nicht genügte, um eine Acceleration der Herzschläge zu Wege zu bringen; dazu war ein ganz specieller Willensimpuls des untersuchten Subjects unumgänglich nothwendig. Mir fiel noch ganz besonders Folgendes auf: ganz so wie bei dem ersten war auch bei diesem Individuum das Muskelsystem dem Willenseinflusse in viel weiteren Grenzen als bei der Mehrzahl der Menschen unterworfen; gleich dem H. Salomé war auch dieses Individuum im Stande die Ohrmuskeln ziemlich frei zu bewegen, ebenso auch die 3. Phalanx der Finger und verschiedene Muskelgruppen der Extremitäten und des Halses für sich allein zu contra-

hiren u. s. w. Demnach scheint mir bei diesem Subject ebenso die Abhängigkeit der Herzaction von gewissen beschleunigenden Willensimpulsen, eine specielle Function seiner allgemeinen neuromuskulären Organisation, welche sich gerade dadurch kennzeichnet, dass sie ganz besonders Willensimpulsen unterworfen ist, zu sein.

Da ich somit bemerkt hatte, dass bei beiden die Herzthätigkeit zu beschleunigen fähigen Subjecte, die ich untersucht hatte, gleichzeitig die ganz besonders auffallende Fähigkeit solche Muskelgruppen zu contrahiren, die bei der Mehrzahl der Menschen dem Willen nicht unterworfen sind, vorhanden war, fiel es mir ein, mich gerade dieses Kennzeichens beim weiteren Aufsuchen noch anderer, die Herzaction zu acceleriren fähiger Subjecte, zu bedienen. Die Thatsachen haben meine Erwartungen gewissermasser bestätigt. Ich begegnete einem Arzt S., der mit Leichtigkeit die Ohrmuscheln und die 3. Fingerphalanx bewegte und nervöser Constitution war; sogleich fragte ich ihn, ob er denn auch im Stande sei, seine Herzschläge willkürlich zu beschleunigen? Da er mir antwortete, dass er es noch nie versucht hatte, so bat ich ihn, sogleich seine Herzaction zu acceleriren; schon beim ersten Versuch beschleunigte er dieselbe um mehr als 20 Schläge in der Minute. Nachdem er sich aber etwas eingeübt hatte, ungefähr während eines Monats, brachte er es so weit, dass er während eines meiner öffentlichen Vorträge in Gegenwart einer grossen Menschenmenge willkürlich die Zahl seiner Pulsschläge von 85 auf 160 Schläge in einer Minute erhöhte, d. h. somit fast verdoppelte.

Nachdem ich noch mehrere andere Personen, die die Fähigkeit besassen, ebenso mehr oder weniger auffallend die Muskeln, welche gewöhnlich dem Willenseinflusse nicht unterliegen, zu beherrschen, beobachtet hatte, fand ich noch 2 Menschen, — der eine ein junger russischer Dichter, der andere ein junger Professor K., — welche willkürlich ihre Herzthätigkeit auf 15—20 Schläge in der Minute zu beschleunigen vermochten. Bis jetzt aber ist es mir noch nicht gelungen solche Menschen aufzufinden, die trotz einer ganz gewöhnlichen neuromuskulären Organisation dennoch im Stande wären, die Herzschläge willkürlich zu acceleriren. Aus diesem Grunde scheint es mir sehr wahrscheinlich, dass solche „Beschleuniger“ der Herzthätigkeit sehr oft in der Zahl der Mitglieder der Theaterwelt, die ja gewöhnlich in einem höheren Maasse und mit einer unvergleichlich grösseren Geschicklichkeit und Kunst als

Leute anderer Specialitäten ihre Muskelsysteme beherrschen, aufzufinden wären. Es wäre deswegen sehr wünschenswerth, wenn Personen und ganz besonders Aerzte, welche freien Zutritt zur Theaterwelt besitzen, diesen Gedanken einer Prüfung unterziehen würden.

Aus diesen meinen persönlichen Beobachtungen habe ich die feste Ueberzeugung gewonnen, dass Fälle einer willkürlichen Acceleration der Herzthätigkeit viel öfter als man bis jetzt angenommen hat, vorkommen, und dass sie nur deshalb so unbemerkt geblieben sind und bleiben, weil es den solch' einer Beschleunigung fähigen Individuen, sowohl wie denen mit ihnen verkehrenden Menschen nicht einfällt, ihre Aufmerksamkeit darauf zu lenken.

Vom theoretischen Standpunkte erscheint jetzt die Thatsache der Abhängigkeit des Herzens von gewissen Willensimpulsen sehr naturgemäss, da in neuerer Zeit die mittels des Telephons an Muskeln und Nerven von Wedenski ausgeführten Untersuchungen bewiesen haben, dass im N. Vagus auch rein motorische Fasern zum Herzen verlaufen.

Wie sind die Erscheinungen zu verstehen, die nach Zerstörung des motorischen Rindenfeldes an Thieren auftreten?

Von

Dr. **W. Bechterew,**

Docent an der Kaiserlich medicinischen Academie zu St. Petersburg, Ordinator der Klinik von Prof. Mierzejewsky.

Die Anschauung, dass in dem sogen. motorischen Rindenfeld der Grosshirnhemisphären echte Bewegungscentren enthalten seien, die von mir in einer kurzen vorläufigen Mittheilung (Neurolog. Centralbl. 1883, No. 18) ausgesprochen und noch früher von vielen

Autoren, besonders von Ferrier und Duret vertheidigt wurde, hat in letzterer Zeit seitens Professor Schiff einige Entgegnungen erfahren [1]). Dieselben veranlassen mich eben hier zu einigen Bemerkungen, indem ich hauptsächlich eine Erhellung der wesentlichsten Seiten des uns beschäftigenden Gegenstandes im Auge habe.

Bekannter Weise verficht Schiff schon seit langer Zeit die Ansicht, dass in der erregbaren Zone der Hemisphärenoberfläche in Wirklichkeit nicht Bewegungscentren enthalten sind, sondern dass die nach Exstirpation des erwähnten Gebiets an Thieren zu beobachtenden Bewegungsstörungen durch Beeinträchtigung des Tastgefühls bedingt, während die bei electrischer Reizung dieser Gegend sich einstellenden Muskelzuckungen und Gliederbewegungen reflectorischer Natur seien [2]).

In Folge dessen hält Schiff mir vor, dass 1) gar kein Grund vorliege, an Thieren mit Zerstörung des motorischen Feldes der Hemisphären irgend eine Bewegungslähmung anzunehmen, da doch alle Bewegungen bei ihnen noch möglich seien, „nur bestimmte Veranlassungen zur Bewegung verlieren ihre normale Wirkung.“ Er führt hierbei an, dass viele Thiere mit Abtragung der erregbaren Zone „beim Erklimmen einer steilen Anhöhe oder beim Klettern den Vorderfuss leicht und schnell nach vorn und oben werfen“, während sie „dies nicht mehr thun können, wenn es gilt, einen Bissen zu ergreifen und festzuhalten“; ferner, dass diese Thiere nicht nur ihre afficirte Pfote beim Schwimmen gebrauchen, sondern mit ihr auch kräftige Schwimmbewegungen ausführen, wenn man sie in die Luft erhebt. „Wo wie hier der Bewegungsmechanismus kräftig und vollkommen erhalten ist und einer bestimmten Reihe von Anregungen noch Folge leistet, hingegen nicht bethätigt wird durch alle Anregungen, welche eine subjective oder objective (?) Tastempfindung voraussetzen, und

---

1) Dies Archiv. Bd. 33. Heft 5 und 6. S. 264—270.

2) Anfänglich gab Schiff das Bestehen von Centren für das Tastgefühl an der excitablen Zone der Hämisphärenoberfläche zu. In neuerer Zeit jedoch spricht er sich sogar gegen die Localisation von Gefühlscentren in der Hirnrinde aus, indem er diese Centren in tiefer liegende Hirntheile verlegt. Doch die Leitungsbahnen derselben verlaufen Schiff's Meinung gemäss in der nächsten Nachbarschaft des excitablen Rindengebiets. (Dies Archiv Bd. 30. S. 251.

wo andere Abweichungen nicht beobachtet werden können, dürfen wir den Mangel nicht in der Bewegung suchen [1]."

Ein anderer Einwand besteht darin, dass Schiff's Worten zufolge an den operirten Thieren Verlust des Tastgefühls an den contralateralen Extremitäten standfand, der zudem dauernd war bis zum Tode des Thieres, und sogar dann noch wahrgenommen wurde, nachdem das Thier von Neuem die Fähigkeit erlangte, die pathische Extremität vorzustrecken und als Hand zu brauchen.

Schiff unterstützt diesen Einwand noch durch einen neuen Versuch an einem Hunde, dem er das motorische Gebiet einer Hemisphäre zerstört hatte, und der ihn von dem Bestehen eines Verlustes des Tastgefühls an den contralateralen Extremitäten überzeugte, in dem er die gekreuzten Tastreflexe durch Ziehen an den Haaren beobachtete.

Wenn in der That Alles sich so verhielte, wie Schiff es sich vorstellt, so würden seine Anschauungen bezüglich des in Rede stehenden Gegenstandes längst in der Wissenschaft sich eingebürgert haben. Jedermann begreift, dass Bewegungsstörungen als Folge von Veränderungen in der Sensibilitätssphäre anerkannt werden müssen, wenn es bewiesen wäre, dass 1) diese Störungen ihrem Charakter nach durch alleinige Beeinträchtigung der Sensibilität vollständig erklärt werden können, und dass 2) eine solche Beeinträchtigung der Sensibilität thatsächlich an den operirten Thieren beobachtet wird.

Indessen lässt sich weder das eine, noch das andere bezüglich solcher Thiere beweisen, denen man eine isolirte Zerstörung des motorischen oder exitabeln Gebietes der Hemisphären anbringt.

Weder die von anderen Autoren, auch von Schiff, berichteten Thatsachen, noch meine eigenen anhaltenden Beobachtungen an Thieren, denen ich das excitable Rindengebiet abtrug, erlauben es die an ihnen wahrzunehmenden Motilitätsstörungen durch Beeinträchtigung der Sensibilität, um so weniger des Tastgefühls allein zu erklären.

Bekannterweise hat Goltz darauf aufmerksam gemacht, dass die Thiere nach beträchtlichen Läsionen einer Hemisphäre, abgesehen von der üblichen Ungeschicklichkeit in der Beherrschung der contralateralen Extremitäten, des Vermögens beraubt werden,

---

1) Dies Archiv. Bd. 33. Heft 5 und 6. S. 266.

diese Extremitäten als Hand zu gebrauchen. Die nämliche Erscheinung wird auch nach Zerstörung des motorischen Gebietes allein beobachtet, indem sie nur eine Theilerscheinung in der Gesammtheit der am Thier sich einstellenden Bewegungsstörungen ausmacht. Diese letzteren bestehen, wie ich aus den von mir angestellten Versuchen ersehen konnte, in mehr weniger vollständigem Verlust aller derjenigen beabsichtigten oder willkürlichen Bewegungen, die nicht zur Kategorie der associirten, wie die Bewegungen der Extremitäten beim Gehen, Laufen, Klettern und die sogen. Schwimmbewegungen, gehören[1]).

So lässt z. B. ein Hund, dem die motorische Zone an einer Hemisphäre extirpirt ist, schon bald nach Erholung von der Chloroformnarcose nur unbedeutende Störungen seitens des Ganges wahrnehmen (wenigstens auf ebenem Boden), doch wenn das Thier in Ruhe bleibt, so ist es nicht im Stande, eine ungewohnte Lage seiner afficiirten Extremitäten zu verbessern, oder die Pfote zu erheben, wenn sie vom Tisch herunterhängt, es ist nicht im Stande, diese Pfote auf Verlangen seinem Herrn zu reichen oder beim Kratzen seines Körpers zu benutzen; es kann sie nicht ausstrecken, um ein Stück Futter festzuhalten und ist nicht im Stande, sie zur Abwehr zu benutzen, wenn man das Thier am Kinn oder an der Kehle ergreift und in dieser Weise den Vordertheil seines Körpers in die Luft erhebt. Analoge Erscheinungen werden auch an Katzen und an anderen Thieren höherer Gattung beobachtet.

Wenn eine gegebene Bewegung ganz unmöglich oder in bedeutendem Maasse beeinträchtigt ist, so pflegen wir einen solchen Zustand als Lähmung oder Parese der Bewegung zu bezeichnen. Ich kann deshalb Schiff keinesfalls in der Beziehung beistimmen, dass an den Thieren nach Zerstörung des excitablen Rindengebiets keine Lähmung auftrete.

Etwas anderes ist die Frage, wodurch die erwähnten Bewegungserscheinungen bedingt sind?

Goltz, der seine operirten Thiere in der sorgfältigsten Weise beobachtete, stellt den Verlust des Vermögens, die Extremität als Hand zu brauchen, durchaus nicht in Abhängigkeit von Sensibilitätsstörungen und giebt diesen Erscheinungen eine meines

1) Alle Bewegungen, die zum Ausdruck von Gemüthsaffecten dienen, und zugleich auch alle, dem Willen des Thieres nicht unterliegenden complicirten Reflexacte, bleiben ohne Zweifel ebenfalls vollkommen erhalten.

Erachtens ganz plausibele Erklärung: „Wenn ich das Thier, indem ich seine rechte Pfote berühre, schmeichelnd auffordere, mir diese Pfote zu geben, so kann ich aus seinem Gesichtsausdruck sehr deutlich ablesen, dass es meinen Befehl versteht, und wenn es schliesslich wie aus Verzweiflung mir über's Kreuz die linke Pfote hinüberreicht, so ersehe ich daraus weiter, dass das Thier auch den besten Willen hat, meinen Wunsch zu befriedigen. Aber es ist ihm unmöglich das zu thun, was ihm geheissen wird. Zwischen dem Organ des Willens und den Nerven, die den Willen ausführen, hat sich irgendwo ein unbesiegbarer Widerstand aufgebaut[1].“

Schiff indessen hält bezeichnete Erscheinungen nicht für den Ausdruck motorischer Lähmung aus dem Grunde, weil das operirte Thier bei anderen Bedingungen angeblich die nämlichen Bewegungen ausführen könne.

Doch dürfen meines Erachtens das Vorstrecken der Pfote beim Klettern und die Betheiligung der afficirten Extremitäten an den Schwimmbewegungen beim Erheben des Thieres in die Luft keinesfalls dem Reichen der Pfote auf Verlangen des Beobachters und dem Ausstrecken der Pfote zur Ergreifung von Nahrung gleichgestellt werden. Die ersteren Bewegungen machen nur ein Glied eines coordinirten Actes aus, in der Art z. B. wie das abwechselnde Erheben der Extremitäten beim Gehen, während die letzteren Bewegungen in unmittelbarer Abhängigkeit vom Willen des Thieres stehen.

Wenn Schiff glaubt, dass (wie ich aus seinen Worten[2]) entnehmen kann) das Thier die Bewegungen letzterer Art deshalb einbüsse, weil ihm die Tastvorstellungen mangeln, so fragt es sich, warum lässt sich das Thier in diesem Fall nicht durch den Muskelsinn und das Gesicht leiten? Und sind denn Thatsachen vorhanden, die dafür sprächen, dass Verlust des Tastgefühls in Folge von Grosshirnaffectionen oder Mangel der Tastvorstellungen allein mehr weniger vollkommenes Unvermögen bestimmte Bewegungen auszuführen, bewirke?

Was den Einwand betrifft, der in dem Beweise liegt, dass an Thieren mit Exstirpation des excitabeln Rindengebietes Sensibilitätsstörungen, und zwar Tastanäthesie auftrete, so wage ich

---

1) Goltz, Ueber die Verrichtungen des Gehirns. Bonn, 1881. S. 35.

2) Schiff, Ueber die Erregbarkeit des Rückenmarks. Dies Archiv 1883, Bd. XXX. S. 230 ff.

zu behaupten, dass weder die früheren Versuche Schiff's, noch der in seinem Aufsatz berichtete neue Versuch irgendwie meine Auffassung zu widerlegen geeignet sind, und zwar aus folgenden Gründen:

In meiner oben citirten Mittheilung sage ich Folgendes: „Ich konnte mich kein einziges Mal von dem Bestehen irgend welcher Sensibilitätsstörungen überzeugen, wenn die Läsion selbst die Grenzen der erregbaren Zone an der Hemisphärenoberfläche nicht überschritt." Jeder, der diese Behauptung einer Prüfung zu unterziehen wünscht, müsste zuvörderst sich klar machen, welche Grenzen ich für die excitable Region der Hemisphärenoberfläche annehme, da bekannterweise die Angaben der Autoren über diesen Gegenstand bei Weitem nicht in Uebereinstimmung untereinander stehen. Obgleich ich keine Veranlassung hatte, in meiner kurzen vorläufigen Mittheilung in eine ausführliche Erörterung über die Localisation der Bewegungscentren einzugehen, trotzdem findet der Leser meines Aufsatzes auf Seite 411 ohne Mühe die Angabe, dass ich die motorischen Centren beinahe ausschliesslich auf den gyrus sigmoides beschränke, während ich die Gefühlscentren für Haut und Muskeln in das Gebiet verlege, das unmittelbar über der fossa Sylvii liegt.

Um zu solchen Schlüssen zu gelangen, waren ohne Zweifel genau localisirte Rindenläsionen erforderlich. In Betracht dessen exstirpirte ich zu dem Zweck isolirter Zerstörung des motorischen Gebiets, wie es auch einige andere Autoren thaten, nur die Region der Hemisphärenoberfläche, deren Erregung bei schwacher electrischer Reizung Muskelzuckungen in den Gliedern bewirkt. Wie verfährt jedoch Schiff in der Absicht, meine Schlüsse zu widerlegen?

In seinen früheren Versuchen, die seinem zweiten mir gemachten Einwande zu Grunde liegen, beschränkte sich Schiff nicht auf isolirte Zerstörung der excitablen Hemisphärenregion allein. Dies ist wenigstens aus folgenden eigenen Worten des Autors zu entnehmen: „Der Einwurf von Lussana und Lemoigne (Sui centri encefalici, Sperimentale 1877) ist an und für sich und auf viele meiner Versuche bezogen, richtig. Meine Erfolge bei Exstirpation sind sehr oft, wie schon oben ausdrücklich in Uebereinstimmung mit Goltz bemerkt ist, von einer anderen Stelle aus erlangt, als genau derjenigen, deren Erregung Zuckungen giebt"[1].

1) Schiff, l. c. S. 235.

Ebensowenig beschränkt sich Schiff in seinem neuen Versuch auf Exstirpation desjenigen Gebiets, in welches ich die motorischen Centren verlege. „Jetzt wird ihm (dem Thier) der rechte sulcus cruciatus blossgelegt, und die ganze vor ihm gelegene Windung des gyrus sigmoides und die hinter letzterem befindliche Hirnsubstanz noch in der Breite von etwa 5 mm entfernt.“

Wenn man dabei berücksichtigt, dass bei Zerstörung der Hirnsubstanz in der Umgebung der Läsion in Folge entzündlicher Reaction auch die Function der benachbarten Hirntheile — meiner Meinung nach nicht weniger als in der Ausdehnung von 3—4 mm — beeinträchtigt wird, so ist es klar, dass Schiff in diesem Versuch bei Weitem nicht die motorische Region allein entfernt hat. Für mich liegt desshalb durchaus nichts Auffälliges in dem Umstande, dass Schiff an seinem Versuchsthier mit Sicherheit Tastanästhesie an den contralateralen Extremitäten constatiren konnte.

Meinerseits halte ich es für angezeigt, zur Bestätigung meiner Anschauung über die Bedeutung des motorischen Rindengebiets hier einen von den Versuchen mitzutheilen, die ich an Katzen angestellt habe. Ich wählte diese Thiergattung für meine Versuche mit Rücksicht darauf, dass die Katzen bekannterweise überhaupt eine feine Sensibilität besitzen und desshalb zur Untersuchung des Tastgefühls am besten sich eignen.

Es genügt schon eine leise Berührung der Ohren der Katze oder irgend eines anderen Theiles ihres Kopfes (natürlich mit der Bedingung, dass die Berührung unerwartet sei) dazu, um Zukneifen der Augen und Einziehen der Ohren zu bewirken. Wenn zudem die Katze genügend schreckhaft ist oder wenigstens vor der Untersuchung in ängstliche Stimmung versetzt wurde, so wird Einziehen der Ohren und Zukneifen der Augen auch bei unerwarteter Berührung des Felles einer ihrer Pfoten mit der Hand oder mit einem Stöckchen beobachtet. Ausserdem sind Katzen bekannterweise äusserst sensibel gegenüber Benässung ihrer Glieder mit Wasser. Wenn z. B. eine Katze bei ihrer Locomotion unvorhergesehen mit einer Pfote ins Nasse tritt, so pflegt sie dieselbe sehr sorgfältig abzuschütteln, bevor sie den nächsten Schritt macht. Ebenso braucht eine ruhig liegende Katze nur einige auf sie herabfallende Wassertropfen zu verspüren, um sich sogleich zu erheben und zu entlaufen.

Nachdem ich mich von der Beständigkeit dieser Erscheinungen an meiner Katze überzeugt hatte, legte ich ihr vermittelst Trepanation unter Narcose den linken gyrus sigmoides blos; dann bestimmte ich durch Reizung mit einem schwachen Strom die Localisation der Bewegungscentren für die Vorder- und Hinterextremität, umgrenzte sie behutsam durch Einschnitt einer Messerspitze und trug mit einem Löffelchen die graue Hirnsubstanz bis zur Entblössung der unterliegenden weissen ab. Die Rindenexstirpation überschritt in diesem Fall durchaus nicht die Grenzen des gyrus sigmoides, und in der Richtung nach hinten und aussen erreichte die Grenze der zerstörten Region nicht den Rand der Windung um ungefähr 2—4 mm.

Nach der Operation liessen sich am Thier deutliche Bewegungsstörungen seitens der contralateralen Extremitäten wahrnehmen, besonders in der ersten Zeit nach Erholung von der Narcose. Bei der Locomotion wurde eine ungemeine Ungeschicktheit in der Beherrschung beider rechten Extremitäten beobachtet, indem die hintere fast beständig am Boden haftete. Beim Stillstehen des Thieres wurde die Vorderextremität nicht selten in höchst ungeschickter Weise hingestellt und pflegte bald unter den Leib des Thieres hinzugleiten. Zuweilen versucht das Thier mehrmals in solchem Falle die unbequeme Stellung seiner Extremität umzuändern, doch dies gelingt ihm gewöhnlich nicht, so lange als es keine Ortsveränderung unternimmt. Klettern bleibt noch möglich, doch nur unter dem Einfluss eines äusseren Impulses. Einzelne willkürliche Bewegungen der rechten Vorderpfote sind anscheinend ganz unmöglich. Bei Abwehr eines zur Reizung dienenden Instruments oder eines sich nähernden Hundes, bei Versuchen sich aus den Händen des sie am Kopfe festhaltenden Beobachters loszureissen oder sich ein Stück Fleisch heranzuschieben, beim Putzen der Schnauze nach dem Essen und bei allen anderen ähnlichen Bedingungen benutzt die Katze immer die linke und nicht die rechte Pfote. Untersuchung des Tastgefühls nach dem oben angegebenen Verfahren zeigte, dass das Thier bei der Berührung der Ohren, des Kopfes, ebenfalls bei leichtem Bestreicheln des Felles der rechten sowohl als der linken Extremitäten fast mit Beständigkeit die Augen zukneift und nicht selten seine Ohren einzieht. Wenn man die Katze, während sie ruhig liegt, an einer Seite des Körpers steichelt, so beginnt sie zu brummen. Ebenso bleibt die

Katze auch nach der Operation höchst sensibel gegenüber Benässung ihrer Glieder und entläuft, sobald sie an einer ihrer Pfoten die Einwirkung eines schwachen Wasserstrahls aus einer Spritzflasche spürt.

Die beschriebenen Erscheinungen wurden an der Katze sowohl unmittelbar nach der Operation, als auch später wahrgenommen. Dagegen nahm die Störung des Ganges bereits in den ersten zwei Tagen in solchem Maasse ab, dass es nur bei aufmerksamer Beobachtung gelang, eine gewisse Ungeschicktheit in der Beherrschung der rechten Extremitäten zu entdecken.

Für mich ist das Ergebniss des berichteten Versuches vollkommen überzeugend, und der Versuch selbst scheint mir keine besonderen Erklärungen zu erfordern. Es ist offenbar ganz unmöglich, die am Thier wahrzunehmenden Motilitätsstörungen durch Beeinträchtigung des Sensibilitätssphäre zu erklären, wenn es in Wirklichkeit nicht gelingt, eine solche durch die üblichen Untersuchungsmittel nachzuweisen.

Einige die Fettresorption im Dünndarme betreffende Bemerkungen.

Von

Prof. **Th. Zawarykin,**

Professor in St. Petersburg.

Im 11. und 12. Hefte des XXXIII. Bandes dieses Archivs sind zwei Aufsätze erschienen, welche meine Arbeit über die Fettresorption im Dünndarme berühren.

Der erste Aufsatz ist der des Herrn Professor Schäfer in London.

In seinem offenen Schreiben an den Herrn Herausgeber dieses Archivs wundert sich Herr Prof. Schäfer, dass ich „das Uebertragen von Fettpartikeln aus dem Darminhalt in das Centralchylus-

gefäss durch die Mitwirkung der Lymphkörperchen" als neue Ansicht beschreibe, da er schon vor zehn Jahren von dieser Rolle der Lymphkörperchen sich überzeugt und darüber in Quain's Anatomy 1876 und später in seinem „Practical Histology" 1877 berichtet hat.

Ich habe nichts von dieser Publication des Herrn Prof. Schäfer gewusst.

Ich habe nicht, wie es Herr Prof. Schäfer auffasst, eine neue Ansicht über die Mitwirkung der Lymphzellen bei Fettresorption mitgetheilt; ich habe eine neue Thatsache einer ausschliesslichen Wirkung der Lymphzellen bei Fettresorption gefunden; diese Thatsache habe ich wissenschaftlich zu begründen gesucht und das gelehrte Publicum in üblicher Weise darüber in Kenntniss gesetzt.

Quain's Anatomy und „a cursus of Practical Histology" sind nicht solche Ausgaben, wo die Nachrichten über die neuen Ansichten im Gebiete der Physiologie veröffentlicht werden müssen, wenn man an die Priorität der Entdeckung denkt; und es wird gewiss niemand die Neuigkeiten, welche die fundamentalen physiologischen Processe betreffen, etwa in einem anatomischen Lehrbuche suchen. Auf diese Weise ist es geschehen, dass über die Ansicht des Herrn Professor Schäfer kein Mensch eine Ahnung gehabt hat. Man wird vergebens in der ganzen europäischen Litteratur, die englische mitinbegriffen, ein Referat über die die Fettresorption im Darme betreffende Ansicht des Herrn Professor Schäfer suchen und dies weder in periodischen Jahresberichten noch in Lehrbüchern. Herr Prof. Schäfer musste doch wissen, dass die Wissenschaft seine Ansicht binnen 10 Jahren ignorirt, dass in London selbst, wo er lehrt, die Forscher, welche sich mit Fettresorption speciell beschäftigen, wie Watney, der unter Leitung des Herrn Prof. Klein seine Untersuchungen angestellt hat, nichts von seiner Ansicht wissen. In der Abhandlung von Watney (The minute Anatomy of the Alimentary Canal), die im Juli 1877 in Quarterly Journal of microscopical Science erschienen und welche die vollständige Litteratur enthält, ist nicht mit einer Sylbe die Ansicht von Prof. Schäfer erwähnt, obwohl es eben für Watney von Wichtigkeit wäre, diese Ansicht zu kennen. Dieses allgemeine Ignoriren der neuen Ansicht dürfte dem Prof. Schäfer nicht unbekannt geblieben sein und ungeachtet dessen hat er nichts

gethan um die Aufmerksamkeit der gelehrten Kreise auf seine Ansicht zu lenken. Prof. Schäfer wusste ganz gut die Wege, die dazu führen: er hat doch seine früheren Arbeiten in periodischen Zeitungen veröffentlicht und gerade jetzt, nach dem Erscheinen meiner Abhandlung, droht er über seine weiteren Forschungen in dieser Frage der Royal Society Mittheilung zu machen, welche diese in ihren Berichten erscheinen lässt. Und doch hat Prof. Schäfer binnen 10 Jahren nicht für nöthig gehalten, seine Ansicht jenseits des engen Kreises seines Auditoriums zu veröffentlichen. Solches Stillschweigen ist nur dann denkbar, wenn man annimmt, dass Prof. Schäfer über die Rolle der Lymphzellen bei der Fettresorption nur eine unklare Vorstellung gehabt, welcher es an einer thatsächlichen Begründung fehlte. Erst jetzt, nach meiner Arbeit, will Prof. Schäfer um einen Schritt weiter sein und seine ausführlichen Wahrnehmungen der Royal Society übergeben. Eben in dieser Frage über die Theilnahme der Lymphzellen an der Fettresorption sind keine Schritte denkbar, weil erst ein brauchbares Präparat die Frage in ihrem ganzen Umfange entscheidet.

In seinem Aufsatze lässt Prof. Schäfer zwei Sätze folgen in englischer Sprache. Ich habe in Petersburg die betreffenden Bücher nicht finden können. Ich glaube aber, dass in diesen Citaten alles enthalten ist, was in den Büchern über diesen Gegenstand sich befindet.

Ich bin gezwungen hier die deutsche Uebersetzung der erwähnten englischen Citate folgen zu lassen.

In der 8. Ausgabe von Quain's Anatomy 1876 steht folgendes: „Zu Folge unserer Beobachtungen werden die amoeboiden Lymphkörperchen, welche in Maschen reticulären Gewebes enthalten sind und welche sich ebenfalls zwischen Cylinderepithelzellen befinden, während der Verdauung mit Fettkügelchen gefüllt: und wir halten es für wahrscheinlich, dass diese Zellen als Träger der Fettstoffe in Chylusgefässe dienen mögen, ähnlich den weissen Blutkörperchen, welche bekanntlich die kleinsten soliden Theilchen aus Blutgefässen in Lymphgefässe überführen."

Hier ist nur eine Wahrscheinlichkeit über die Rolle der Lymphzellen ausgesprochen.

Der zweite Passus enthält folgendes: „In den zwei zerzupften Präparaten — Serum und Ueberosmiumsäure — werden

viele Cylinderepithelzellen, die Fettkügelchen in verschiedener Menge enthalten, gefunden (in Ueberosmiumsäurepräparaten sind die Fettkügelchen schwarz). In ähnlicher Weise werden grösstentheils kleinere Fettpartikeln auch in vielen Lymphkörperchen gefunden, welche von dem reticulären Gewebe der Schleimhaut beim Zerzupfen befreit werden. In Schnitten werden die Epithelialcylinder und die Lymphkörperchen in situ beobachtet in denselben Zuständen, d. h. schwarze Fettpartikeln enthaltend; und ausserdem wird das Lumen des centralen Chylusgefässes in jeder Zelle die nämlichen Fettkügelchen enthaltend gefunden. Wir schliessen daraus, dass der Fettstoff aus der Darmhöhle zuerst von Cylinderepithelzellen aufgenommen; dass derselbe von diesen auf irgendwelche Weise den amöboiden Lymphzellen übergeben wird und dass diese letzeren denselben in das centrale Chylusgefäss führen und ausladen."

Das ist aber gar nicht dasselbe, was ich gefunden habe. In dem angeführten Citate ist Prof. Schäfer immer bei der alten Ansicht geblieben, dass die Fett resorbirenden Organe die Cylinderepithelzellen sind, welche die Fettmoleküle aus dem Darmlumen aufnehmen. Ich habe im Gegentheil gefunden, dass die Cylinderzellen bei der Fettresorption keine Rolle spielen, dass es die Lymphzellen sind, welche die Lymphmoleküle aus dem Darmlumen ergreifen und folglich die Fett resorbirenden Organe sind. Es ergibt sich also, dass dieses zuerst von mir beobachtete und veröffentlichte Factum wirklich neu ist.

In dem zweiten Aufsatze (Ueber den Mechanismus der Fettresorption), der dem Herrn cand. med. Otto Wiemer gehört, werden die eigentlichen Untersuchungen nebst historischen Forschungen mitgetheilt.

Herr Otto Wiemer bestätigt theilweise meine Resultate, theilweise bestreitet er dieselben. In dem Hauptpunkt der ganzen Frage, wo die Fettresorption geschieht, d. h. welche Elemente es sind, die Fettmoleküle aus dem Darmlumen einnehmen, sind die Resultate des Herrn Otto Wiemer zu Gunsten der älteren Ansicht ausgefallen, dass „die zahllosen Cylinderepithelien die allein thätigen Organe bei der Resorption darstellen" (p. 536—537).

Herr Otto Wiemer wollte aus nicht näher angegebenen Gründen die von mir gebrauchte Methode nicht probiren, nämlich

die Färbung der Präparate nach Ueberosmiumsäurebehandlung mit Picrocarmin; anstatt dessen hat er seine Präparate mit Hämatoxylin gefärbt und nachher nicht wie ich die Präparate in Nelkenöl eingetaucht und in Canadabalsam eingeschlossen, sondern in Glycerin untersucht. Die Beschreibung seiner Methode schliesst er mit folgenden Worten: „Die Behandlung der Darmstücke war sonach im Wesentlichen der von Zawarykin zur Anwendung gebrachten Methode analog."

Wenn man eine fremde Arbeit controlirt und dabei abweichende Resultate erhält, so ist es üblich, die von dem controllirten Forscher angewandte Methode auch zu probiren, anstatt eine analoge Methode zu suchen. Die von Herrn Otto Wiemer zur Anwendung gebrachte Methode ist meiner Methode gar nicht analog, da es sich hier nicht allein um die Unterscheidung der Zellkerne handelte, sondern man hat hier den Zweck, die Fettmoleküle im Zellstoffe ganz klar hervortreten zu lassen, und aus diesem Grunde muss man das Protoplasma und den Zellenkern mit helleren Farben tingiren, wobei eben Picrocarmin die ausgezeichnetsten Dienste leistet. Die von Herrn Otto Wiemer nach Ueberosmiumsäurebehandlung angewandte Färbung mit Hämatoxylin hatte die Verminderung der Sichtbarkeit aller gewünschten Details zur Folge. Aus diesem Grunde sind die Schwierigkeiten zu erklären, welche Herrn Otto Wiemer bei seinen Beobachtungen begegnet sind. In Folge dessen werde ich die Untersuchung des Herrn Otto Wiemer als nicht beendigt ansehen, zumal mein Schüler, Student Matschinsky, nachdem er mit meinen Resultaten bekannt geworden war, mir nach einer Woche eine ganze Masse von ausgezeichneten Präparaten vom Frosche vorlegte, welche er nach von mir angegebener Methode nach der Einführung der Kuhmilch erhalten hat. Diese Präparate lassen keinen Zweifel darüber, dass auch beim Frosche die Fettresorption im Darme durch die alleinige Wirkung der Lymphzellen der Darmschleimhaut geschieht: man sieht im Cylinderepithel eine enorme Masse der mit Fett beladenen Lymphzellen; die Cylinderepithelzellen aber sind ganz frei von Fett. Von diesen Beobachtungen Matschinsky's ist schon vor einem Jahre in russischen Zeitungen berichtet worden.

Ich will hier folgende Methode der Darstellung der Präparate der in Fettresorption begriffenen Darmschleimhaut aller Thiere für die Anfänger empfehlen.

Nachdem man ein Darmstück in Ueberosmiumsäure bearbeitet, in Wasser ausgewaschen und in Spiritus einen Tag gehalten, nehme man ein ganz kleines Stück des Darmes und klemme es ganz fest zwischen zwei Hälften eines längs halbirten Hollundermarkcylinders; das Darmstück wird so gelegt, dass die Zotten der einen Hälfte, die Darmserosa der anderen Hälfte des Hollundermarkcylinders zugekehrt sind. Die Darmzotten können nach Ueberosmiumsäurebehandlung einen grossen Druck aushalten, und man thut gut, wenn man die Hollundermarkhälften mit einem Faden ganz fest zusammen bindet, indem man unter den Faden an zwei entgegengesetzten Stellen kleine Messingstäbchen gelegt hat, um das Hollundermark mit dem Faden nicht zu zerschneiden. Nöthigenfalls muss man im Hollundermarke kleine Grübchen ausschneiden, um die Darmstücke darin besser befestigen zu können. Wenn man jetzt vertical zur Hollundermarkcylinderaxe schneidet, so bekommt man die feinsten Schnitte, in denen die Zotten der Länge nach zerschnitten werden. Das Messer muss immer mit Spiritus benetzt und die Schnitte in Spiritus geworfen werden. Nach Auswaschen im Wasser werden die Schnitte in Picrocarmin gefärbt und weiter wie oben angegeben behandelt.

Die Leichtigkeit, mit der die bezüglichen Froschpräparate erhalten werden können, macht es mir wahrscheinlich, dass, wenn Herr Otto Wiemer noch einmal die wichtige Frage über die Fettresorption im Darme revidirt, er meine Resultate auch für den Frosch bestätigt finden wird.

Ich will jetzt aus seiner Abhandlung einige Stellen hervorheben, welche einer besonderen Revision bedürfen.

Pag. 531 l. c. beweist Herr Otto Wiemer die fettige Natur der im Cylinderepithel und in den Leucocyten auftretenden Moleküle, indem er ein Darmstück in Schwefeläther, ein anderes in Ueberosmiumsäure legt. In dem letzteren werden die Zellen mit schwarzen Fettkörnchen imprägnirt; im ersteren, nachdem es mit Ueberosmiumsäure behandelt wird, sind keine solche zu finden, weil der Aether sie aufgelöst hat. Dann schliesst Herr Otto Wiemer mit folgenden Worten: „Die körnige Beschaffenheit der Zellen blieb in beiden Fällen zu sehen; zugleich zeigte diese Methode deutlich, dass das in den Lymphzellen eingelagerte Fett im Vergleich zu dem in die Epithelzellen eingedrungenen sehr spärlich vorhanden war.“ Dieser Schluss scheint auf einem starken Missverständniss zu beruhen.

Herr Otto Wiemer findet, dass das Protoplasma der Cylinderepithelien nach Uebcrosmiumsäure-Hämatoxylinbehandlung mit gelber Farbe gefärbt wird; bei den Leucocyten hat die Farbe einen helleren, mehr strohgelben Farbenton. Ich fürchte, dass bei dieser Angabe Herr Otto Wiemer sich durch meine Zeichnungen hat verleiten lassen. In meinen Präparaten ist die gelbe Farbe des Zellstoffes durch andere Gründe bedingt.

„Zur Feststellung eines etwaigen Zusammenhanges zwischen Fettresorption und Lymphzellen, schreibt Herr Otto Wiemer, bietet jedoch der Darmkanal nicht das reinste Versuchsfeld, da die Leucocyten den anderen Organen desselben, vor Allem den Cylinderepithelien gegenüber, zu sehr zurücktreten und sich eine sichere Entscheidung über ihre Bedeutung füglich nicht fällen lässt. Es kam somit darauf an, zu ermitteln, ob an Stellen, wo die Lymphzellen in grösserer Menge auftreten und wo sie anderen Elementen gegenüber mehr in Vordergrund treten als im Darme, sich etwa eine ausgesprochene Affinität derselben zu den Fetten erweisen liess. In der Absicht dies zu entscheiden, wurden in den dorsalen Lymphsack mehrerer Frösche feine Holzstäbchen eingeführt, welche mit einer äusserst dünnen Fettschicht überzogen waren; gleichzeitig wurde in den Magen derselben Thiere eine Quantität Fett hineingebracht. Als die Thiere vier Tage nach dieser Procedur getödtet wurden, zeigte sich, dass die in den Magen eingeführte, verhältnissmässig grosse Menge Fett im Dünndarm resorbirt war, das an dem Holzstäbchen im Lymphsack jedoch eine kaum wahrnehmbare Verringerung erfahren hatte. Dem Fettstäbchen anhaftende Lymphzellen hatten sich zum Theil mit Fett gefüllt; einige enthielten nur wenige, genau abzählbare Fettkörperchen in ihrem Protoplasma. Bei den meisten liess sich jene mannigfaltige Formverschiedenheit constatiren, welche auch die in der Darmwand angetroffenen Lymphzellen characterisirte. Die Lymphzellen des dorsalen Lymphsackes verhielten sich somit im Wesentlichen dem Fett gegenüber in gleicher Weise wie die des Darmes: die Contractilität ihres Protoplasmas befähigt sie, in ihrer Nähe befindliche Fettkügelchen aufzufangen. Allein von einer specifischen Affinität zwischen Lymphzellen und Fett kann nicht gesprochen werden, da sie in gleicher Weise andere Substanzen ihrem Protoplasma entweder ganz oder allmählich stückweise einverleiben; so entdecken wir oft — wie bekannt — Zinnoberkügelchen in ihnen, ferner Pigmentkörnchen, Bacterien etc.“

Gerade jetzt ist nicht schwer die Organe zu finden, wo Leucocyten in grossen Massen, ohne mit anderen Elementen vermischt zu sein, frei liegen. Man muss nur die Resultate der Stohr'schen Untersuchungen beachten, nach denen die adenoide Stubstanz in den Follikeln der Peyer'schen Plaques frei zu Tage tritt, ohne mit Cylinderepithel bedeckt zu sein[1]). Diese merkwürdigen Stellen gerade entsprechen den oben citirten Forderungen des Herrn Otto Wiemer und er müsste diese Organe den Lymphsäcken des Frosches vorziehen.

Ich glaube aber, dass auch nach seinen Versuchen mit den Lymphsäcken Herr Otto Wiemer nicht Recht hat, wenn er sagt, dass „von einer specifischen Affinität zwischen Lymphzellen und Fett nicht gesprochen werden kann." Mir scheint es gerade umgekehrt zu sein. Bis jetzt glaubte man, dass den Leucocyten die Eigenschaft zukomme, die in ihrer Nachbarschaft befindlichen feinsten Theilchen in ihren Zellstoff aufzunehmen, einerlei, ob es Moleküle des emulgirten Fettes, des Zinnobers, des Pigments u. s. w. wären. Nach den oben citirten Versuchen des Herrn Otto Wiemer wird man jetzt wissen, dass den Fetten gegenüber sich die Lymphzellen (beim Frosche wenigstens) ganz specifisch verhalten. Wenn man nämlich diesen Leucocyten ein Stück Fett vorwirft (etwa auf ein Stäbchen geschmiert), so fangen sie sogleich an, von diesem Fett die nothwendigen Stücke abzubeissen. Diese Leucocyten müssen also einen specifischen Appetit zum Fett haben.

Ich kann nicht umhin, an diesem Orte den Herrn Otto Wiemer auf einen Versuch eines älteren Meisters aufmerksam zu machen.

In dem classischen Werke von Recklinghausen „Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862" p. 21 u. ff. ist zu lesen: „Um mich hiervon (dass die Säcke der Extremitäten zum Lymphapparat gehören) zu überzeugen, liess ich zunächst durch einen kleinen Schnitt unter die Haut des Unterschenkels

1) Mit diesen Resultaten stimmen auch meine Wahrnehmungen an den Kuppeln der Follikel der Peyer'schen Plaques. In meiner Abhandlung habe ich aus Versehen das Datum ausgelassen. Ich habe nämlich die Mittheilung über meine Resultate in der öffentlichen Sitzung der Gesellschaft der russischen Aerzte in St. Petersburg am 27. Januar (8. Februar) 1883 gemacht. Einen Tag zuvor wurde das deutsche Manuscript an den Herrn Herausgeber dieses Archivs expedirt.

eines lebenden Frosches etwas Milch bloss durch das eigene Gewicht aus einer ausgezogenen Röhre hinableiten, ohne irgend welche weitere Gewalt anzuwenden, und verschloss alsdann die Hautöffnung, indem ich die Schnittränder emporhob und durch einen umgelegten Faden leicht abschnürte. Nach einigen Stunden war die Milch in dem Sack kaum noch wahrzunehmen, dagegen in dem Froschblut eine grosse Quantität Fetttropfen von ganz verschiedener Grösse (Milchkügelchen) zu konstatiren. Wiederholte Injectionen tödteten den Frosch nach einigen Tagen, eine forcirte Injection sogar in einigen Stunden. Das Blut enthielt alsdann oft zwölfmal soviel Milchkügelchen wie Blutkörperchen, die rothen Blutkörperchen boten keine Veränderung, die weissen Blutkörperchen enthielten dagegen Fetttropfen von der verschiedensten Grösse, bisweilen so reichlich, dass sie Kolostrumkugeln ähnlich waren."

Im andern Theile der Abhandlung des Herrn Otto Wiemer befindet sich die historische Forschung, welche für mich ein persönliches Interesse darbietet.

Nachdem Herr Otto Wiemer die älteren Resorptionstheorieen in Kürze besprochen hat, beschäftigt er sich mit „Fettresorptionstheorieen von Zawarykin und Watney."

Es war mir die schöne Untersuchung von Watney bekannt: „The Minute Anatomy of the Alimentary Canal. Philosophical Transactions, vol. 166, part. 2 und unter demselben Titel im Quarterly Journal of microscopical science, Juli, 1877, p. 213."

In meiner Abhandlung habe ich davon keine Erwähnung gethan, weil ich nur meine Resultate mittheilen wollte, worin ich keine Vorgänger gehabt zu haben glaubte, auch Watney nicht, da dieser Forscher von der Rolle der Lymphzellen bei der Fettresorption keine Ahnung gehabt hat.

Herr Otto Wiemer will mir solche Ansichten zuschreiben, welche ich gar nicht entwickelt habe. So will er in meiner Abhandlung die Theilnahme der Cylinderepithelien bei der Fettresorption herauslesen. Auf pag. 522 sagt Herr Otto Wiemer „Immer schicken sie zwischen die Epithelien einen Fortsatz, in welchen die Fettmoleküle durch die Thätigkeit der cilienartigen Fortsätze des Protoplasmas der Epithelzellen befördert werden." Ich versichere den Herrn Otto Wiemer, dass Dieses in meiner Abhandlung nicht zu finden ist.

Auf pag. 526 sagt Herr Otto Wiemer: „Beide Forscher (Watney und Zawarykin) kommen zu dem übereinstimmenden Resultate, dass den Epithelzellen jede wesentliche Betheiligung an der Entfernung der Fette aus dem Darmrohre abzusprechen sei. Zawarykin schliesst sie jedoch insofern nicht ganz vom Resorptionsakte aus, als er an sehr feinen, die Dicke einer Zelle lange nicht erreichenden Längsschnitten durch die Cylinder die Beobachtung machte, „dass die Basalsäume der je zwei benachbarten Cylinder sich gegenseitig nicht berühren, sondern zwischen ihnen ein leerer Raum in der Form eines ausgezogenen, mit der Basis zum Darmlumen hin gerichteten Dreiecks übrig bleibt, wohin die Fettmoleküle sich einsenken und wo sie wirklich fast immer gefunden werden. Diese Stellen scheinen die Ausgangspunkte für die Fettresorption zu sein.“

In dem eben citirten Passus ist die Rede nicht von der Theilnahme der Cylinderepithelien bei der Fettresorption, wie es Herr Otto Wiemer will. Es handelt sich hier um etwas ganz anderes. Bis jetzt glaubte man, dass die innere (dem Darmlumen zugekehrte) Fläche des Darmes eine ununterbrochene sei, weil man meinte, dass die den Cylinderepithelien aufsitzenden Basalsäume sich allseitig berühren. Ich habe aber gefunden, dass auf gehörig feinen Schnitten, welche parallel der Länge der Cylinder geführt werden, immer zwischen zwei benachbarten Basalsäumen ein dreieckiger Raum bleibt. Aus diesem Befunde ist zu schliessen, dass jeder Basalsaum allseitig von einem sich allmählich verengenden kreisrunden Graben umgeben ist. Es wird also die Darmfläche, von dem Darmlumen aus gesehen, nicht eben, sondern überall von diesen Graben besäet. Ich habe weiter gefunden, dass man oft sieht, wie die Fortsätze der Lymphzellen bis zum Grunde der Graben (der Spitzen der Dreicke) hinaufreichen, um dort immer befindliche Fettmoleküle zu ergreifen. Ich habe diese Spitzen der Dreiecke als Anfangsstelle der Fettresorption im Darme bezeichnet. Diese Verhältnisse scheinen eine grosse physiologische Wichtigkeit zu haben. Es ist nämlich nicht einerlei, ob die Darmfläche eben ist oder von Vertiefungen durchbrochen. Im ersten Falle werden die Fettmoleküle in unaufhörlichen Bewegungen begriffen gedacht, und die Lymphzellen müssten viel längere (um die Höhe des Basalsaumes längere) Fortsätze ausschicken, um die fliessenden Fettmoleküle zu fangen. Bei der Gegenwart von den oben be-

schriebenen Gruben werden die Fettmoleküle sich in diese Gruben einsenken und dort ruhig liegen, bis sie von den Leucocytenfortsätzen verschluckt werden.

Ausserdem habe ich ausdrücklich ausgesprochen, dass es nur die Lymphzellen sind, welche die Fette resorbiren. Auf p. 232 meiner Abhandlung ist zu lesen: „Die mikroskopischen Präparate aber, die man aus dem ersten Stücke (mit Ueberosmiumsäure behandelt) erhält, haben die geschwärzten Moleküle nur in den Lymphzellen und ausschliesslich in diesen". Auf p. 237 befindet sich folgende Stelle: „Aus allen diesen Erörterungen geht hervor, dass es die Lymphzellen der adenoiden Substanz des Zottenparenchyms sind, welchen die wichtige Rolle im Organismus anvertraut ist, die Fette aus dem Darmlumen zu nehmen und in die Chylusgefässe zu befördern". Nirgends in meiner Abhandlung ist von der Theilnahme der Cylinderepithelien bei der Fettresorption ein Wort gesagt.

Herr Otto Wiemer macht verschiedene Anstrengungen, die Resultate der Watney'schen Arbeit mit den meinigen zu identificiren. In dieser Beziehung drückt er sich in verschiedener Weise aus: Auf p. 517: „Vor Beschreibung der Versuche möge jedoch eine kurze Skizze der historischen Entwickelung, welche unsere Kenntnisse über die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut durchmachten, sowie eine Auseinandersetzung der Zawarykin'schen und der dieser nahestehenden Watney'schen Fettresorptionstheorie eingeschaltet werden". Auf p. 524: „Während die genannten Autoren keine Wechselbeziehung zwischen Lymphzellen und Fettresorption annehmen, stehen auffallender Weise die bereits im Jahre 1876 veröffentlichten Beobachtungen Watney's der Zawarykin'schen Ansicht über den Vorgang der Fettresorption sehr nahe". Auf p. 526: „Es kann wohl kaum einem begründeten Zweifel unterliegen, dass Zawarykin und Watney analoge anatomische Verhältnisse in den Darmzotten gefunden und den lymphoiden Elementen dieselbe physiologische Bedeutung für die Fettresorption beigelegt haben".

Da ich in meiner Abhandlung die Rolle der Lymphzellen bei der Fettresorption im Dünndarme als etwas neues in der Wissenschaft beschrieben habe, so müsste Herr Otto Wiemer, sobald er dieses Novum in einer vor 7 Jahren erschienenen Watney'schen Abhandlung gefunden hat, die eigenen Worte von Wat-

ney citiren, um seinen Befund zu rechtfertigen. Er hat aber dies nicht gethan aus dem einfachen Grunde, weil Watney in seinen beiden Abhandlungen nicht ein einziges Wort über die Betheiligung der Lymphzellen bei der Fettresorption im Dünndarme sagt, da er diesen Process in ganz origineller Weise aufgefasst hat.

Watney hat seine Resultate in beiden oben citirten Abhandlungen in ganz gleicher Weise entworfen:

„The mucous membrane of the intestine is pervaded everywhere by a reticulum similar to and continuous with that found in the follicles of Peyer's patches. This reticulum is situated among all the other elements which are contained in its meshes. This is true of the epithelial cells, the muscle-fibres, the cells of the parenchyma and of the endothelial plates of the membrana propria, of the blood-vessels and lymphatics. It is by this reticulum that the fat is absorbed, and by this reticulum that the fat finds its way into the lymphatic vessels, und probably also into the bloodvessels." Das heisst: Die Schleimhaut des Darmes ist überall durchgedrungen durch ein Reticulum, welches dem in den Follikeln der Peyer'schen Plaques gefundenen ähnlich ist und mit demselben zusammenhängt. Dieses Reticulum befindet sich zwischen allen übrigen Elementen, welche in seinen Maschen eingeschlossen sind. In diesem Reticulum liegen epitheliale Zellen, Muskelfasern, Parenchymzellen, Endothelialplatten der membrana propria, Blut- und Lymphgefässe. Das Fett wird eben von diesem Reticulum absorbirt und eben durch dieses Reticulum findet das Fett seinen Weg in Lymphgefässe und wahrscheinlich in Blutgefässe.

Auf solche Weise referirt Watney selbst seine Resultate. Wo hat hier Herr Otto Wiemer die Betheiligung der Lymphzellen bei der Fettresorption ausgelesen? Wenn es ihm schwer war, die fremde Sprache zu verstehen, so ist die Watney'sche Abhandlung seinerzeit vielfach in der deutschen Litteratur referirt worden. So z. B. in den Jahresberichten über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie in der 1. Abtheilung des 6. Bandes pag. 252 u. f. auf folgende Weise referirt von Prof. Schwalbe:

„Watney betrachtet als Grundlage der Darmschleimhaut überall ein Reticulum, welches demjenigen in den Peyer'schen Follikeln ähnlich ist und auch mit ihm ununterbrochen zusammenhängt. Dieses Retikulum begleitet die sämmtlichen übrigen Elemente der Schleimhaut und beherbergt in seinen Maschen die Epi-

thelzellen, die Muskelfasern und Parenchymzellen, ferner die Elemente der Endothelien, die Blut- und Lymphgefässe. Die Resorption des Fettes geschieht von diesem Reticulum aus und durch seine Vermittelung gelangt es in die Lymph- und wahrscheinlich auch in die Blutgefässe. — Alles in allem genommen scheint das Reticulum des Verfassers mit dem, was man sonst allgemein Intercellularsubstanz nennt, identisch zu sein." (Ref.)

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Jena.)

Die Wirkung der Kalium- und Natrium-Salze auf die glatte Muskulatur verschiedener Thiere.

Von

Dr. med. **Otto Flöel**

in Jena.

Hierzu 10 Holzschnitte.

Als die Untersuchungen Nothnagel's über chemische Reizung glatter Muskeln veröffentlicht waren, stellte ich auf Veranlassung des Herrn Hofrath Preyer und unterstützt von demselben im hiesigen physiologischen Institut ähnliche Versuche an.

Die älteste Angabe über chemische Reizung glatter Muskeln findet sich in dem Handbuche der Physiologie von Johannes Müller[1]). Es heisst da, dass bei chemischer, mechanischer, electrischer Reizung der Darm sich contrahirt. Spina beobachtete am Fliegendarm nach Application von 0,3-procentiger Kochsalzlösung Contraction des Darmes verbunden mit einer Anschwellung des Epithels, nach Anwendung von 5-procentiger Atropinlösung Dilatation des contrahirten Darmes mit Abschwellung der Epithe-

---

1) J. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I, p. 506, 3. Auflage.

lien und wahrnehmbarer Contraction der Längsmuskulatur[1]). Neue Thatsachen insbesondere über die Wirkung der Kalium- und Natriumverbindungen als chemischer Reize für die glatten Muskeln bringen die Untersuchungen von Nothnagel[2]) und die Mittheilungen von Bardeleben[3]), nachdem, schon früher im hiesigen physiologischen Institut von R. Wernicke[4]) die Verschiedenheit der Wirkung jener Verbindungen auf contractiles, embryonales Gewebe, nämlich auf das embryonale Herz, ehe die Querstreifung seiner Muskelfasern deutlich wurde, dargethan war.

An die Untersuchungen von Nothnagel und Bardeleben schliessen sich meine Versuche direct an. Sie sollten in erster Linie feststellen, wie die beim Menschen, bei der Katze und hauptsächlich beim Kaninchen beobachtete Reaction auf Application von Kalium- und Natriumsalzen bei anderen Thieren sich gestaltet. Das Rubidiumchlorid, Lithiumchlorid und Ammoniumchlorid, die ich anfangs neben dem Nitrat, Sulfat, Chlorid des Kalium und Natrium anwandte, liess ich später beiseite. Die Wirkung des Rubidium- und Lithium-Chlorid gleicht der Wirkung der Kalisalze, die des Salmiaks nähert sich der der Natriumsalze. Die Versuchsanordnung war in der Regel die von Sanders und van Braam Houckgeest eingeführte. Das Abdomen des lebenden Thieres wurde in einem geräumigen 0,6-procentigen Kochsalzbade geöffnet und bei einer der Blutwärme des Thieres entsprechenden Temperatur beobachtet. Der Kopf wurde durch eine einfache Vorrichtung über Wasser gehalten oder nach der Tracheotomie

---

1) A. Spina, Unters. über die Mechanik der Darm- und Hautresorption LXXXIV. Band der Sitzb. d. k. Akad. der Wissensch. III. Abth. Juli-Heft. Jahrg. 1881.

2) H. Nothnagel, Zur chem. Reizung der glatten Muskeln. Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie und Physiologie und für klin. Medicin. Bd. 88. 1882. — Ueber Einwirkung des Morphin auf den Darm Bd. 89, 1882.

3) K. Bardeleben, Die Einwirkung von Kali- und Natronsalzen auf die Muskeln des menschlichen Darmes. Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft. Jahrgang 1882. — Tageblatt der 55. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Eisenach. 1882. pag. 244.

4) Rob. Wernicke, Zur Physiologie des embryonalen Herzens. Jena, Fischer, 1876 S. 21—24. 33. Auch in Preyer's Sammlung physiologischer Abhandlungen I. Bd., S. 260. Vgl. Preyer, Spec. Physiol. des Embryo, S. 33.

das ganze Thier untergetaucht. Die Thiere wurden bisweilen ätherisirt, ohne dass ich dann eine Aenderung der Versuchsresultate bemerkt hätte. Die Reizung geschah durch Salze in Substanz, oder es wurde eine Lösung so von aussen auf die Darmwand gebracht, dass die betreffende Darmschlinge während der Reizung ausser Wasser gehalten wurde. Letztere Reizmethode sollte die Fehlerquelle vermeiden, die durch die verschiedene Löslichkeit der Salze bedingt wird. Die Ergebnisse über Energie und Dauer der Contraction mögen deshalb werthvoller sein als bei der Reizung mit ungelösten Substanzen. Die Contraction zu localisiren ist natürlich die letztere Methode die geeignetere. Ich benutzte 54 Versuchsthiere. Es waren: Kaninchen, Katze, Meerschweinchen, Ratte, Maus, Hund, Huhn, Frosch.

Die an diesen Thierarten gemachten Beobachtungen ergaben folgendes.

Am Kaninchen stellte ich nur wenige Versuche an. Es handelte sich nicht darum, Neues zu finden, sondern bekannte und wohlbeschriebene Experimente zu wiederholen. „Die Wirkung der Kalisalze“, so heisst es in der Mittheilung von Nothnagel, „unterscheidet sich wesentlich von derjenigen der Natronsalze, wenn man die Aussenfläche des lebenden Darmes mit denselben berührt. Wenn man mit einem Kalisalze irgend eine Stelle des Darmes, sei es des Dünn- oder des Dickdarmes, berührt, so erfolgt eine starke Contraction der Musculatur, welche auf die Stelle der Berührung beschränkt bleibt oder auch den Darm an der betreffenden Stelle ringförmig umgebend einschnürt. Die Berührung mit einem Natronsalz erzeugt eine Contraction, welche nicht auf die Berührungsstelle beschränkt bleibt, sondern über mehrere Centimeter weit sich erstreckt, und zwar ausnahmslos immer und nur in der Richtung nach aufwärts, nach dem Pylorus zu.“ Am Magen und an der Blase erzeugen Natrium- wie Kaliumsalze immer nur eine locale Contraction, die bei den ersteren schwächer ist. Nachdem ich die von Nothnagel beschriebenen Erscheinungen im Experiment gesehen hatte und zwar in einer Weise, dass ich jede Einzelheit bestätigen kann, stellte ich einige Versuche mit gelösten Salzen (25-procentige Lösung 1 Tropfen $^1/_4$ bis $^1/_8$ Minute) an. Es zeigte sich, dass das Kalium-Chlorid und -Sulfat kräftiger wirkte als die entsprechenden Natriumsalze, ohne dass deshalb die Contraction länger angedauert hätte. Sie verschwand am Magen und

Dünndarm innerhalb 2 bis 7 Minuten, am Coecum und Dickdarm innerhalb 3 bis 15 Minuten. Die Kaliumcontraction erstreckte sich gewöhnlich gleichmässig über den Umfang des Darmes; bisweilen war sie an der Reizstelle stärker. Die Breite des Contractionsringes betrug immer unter 1 cm und entsprach genau der Reizstelle. Die Natriumcontraction war stets gleichmässig circulär; die Breite des Contractionsringes war gewöhnlich grösser als bei den Kalisalzen und betrug am Dünndarm stets über 1 cm, in der Regel 2 bis 5 cm. Die Contraction erstreckte sich bisweilen mehr nach aufwärts, öfter gleichmässig nach oben und unten von der Reizstelle aus. Der der Reizstelle entsprechende Theil des Contractionsringes entstand bei den Natriumsalzen bisweilen zuletzt und persistirte länger als der übrige Theil, cf. Fig. 1.

Fig. I.

a soll ein Stück Dünndarm zu Anfang, b zu Ende der Contraction darstellen nach Reizung mit Natriumchlorid.

Versuche an der Katze ergeben nach Nothnagel qualitativ im Wesentlichen genau dieselben Erscheinungen wie beim Kaninchen, und die Uebereinstimmung tritt am deutlichsten am Dickdarm hervor. Am Dünndarm wirken die Natriumsalze bisweilen nicht, wenn sie aber wirken, dann erfolgt auch wie beim Kaninchen eine aufsteigende Zusammenziehung, nur schwächer als bei diesem. Bei den Versuchen, die ich mit den Salzen in Substanz anstellte, bemerkte ich am Duodenum ebenfalls die aufsteigende Natriumcontraction oder wenigstens eine wellige Bewegung oberhalb der localen Contraction. Am übrigen Dünndarm und am Dickdarm gelang es mir nicht, die qualitativ verschiedene Wirkung der Kalium- und Natriumsalze zu sehen. Es zeigte sich eine schmale Einschnürung, die sich mehr oder weniger über die Peripherie des Darmes verbreitete. Die Kaliumsalze wirkten viel kräftiger als die Natriumsalze. Bei erstern genügte eine momentane Berührung, bei letzteren war eine Reizung von 10 bis 15 Secunden nothwendig, um eine Wirkung hervorzurufen. Am Coecum kam die Natriumcontraction stets einige Millimeter oberhalb der Reizstelle zu Stande.

Eindeutige Resultate erhielt ich an einer ausgewachsenen Katze, deren Duodenum und übrigen Dünndarm ich mit Lösung reizte.

Der Darm wurde genau horizontal ausser Wasser genommen, ein Tropfen einer 20-procentigen Lösung mit der Pravaz'schen Spritze auf eine genau angemerkte Stelle gebracht und nach $^1/_4$ Minute wieder untergetaucht. Die Contractionsdauer betrug bei Kalium- wie Natriumsalzen 2 bis 7 Minuten, die Breite der Contraction im Mittel 1 cm. Die Contraction erstreckte sich bei den Natriumsalzen über einen grösseren Theil der Peripherie als bei den Kaliumsalzen; sie entsprach bei letzteren genau der Reizstelle, bei den ersteren lag die Mitte der contrahirten Stelle $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Centimeter höher als die Reizstelle (Fig. 2).

Fig. 2.

Die Figur 2 bezeichnet ein Stück Duodenum, in a nach Reizung mit Kaliumchlorid, in b nach Reizung mit Natriumchlorid. Die Pfeile bezeichnen hier wie in den folgenden Figuren stets die Richtung, in welcher der Darminhalt peristaltisch fortbewegt wird (vom Pylorus zum Anus).

Bei den Reizversuchen am Meerschweinchen mit Lösungen der Kalium- und Natriumsalze (20 procent. 1 Tropfen $^1/_4$ Minute) trat sofort starke Contraction ein. Die Dauer derselben betrug am Magen im Durchschnitt 3 Minuten, am Duodenum $1^1/_2$, am übrigen Dünndarm $2^1/_2$, am Coecum 7—15, am Dickdarm 3—14, an der Harnblase 7, an der Samenblase 2 Minuten. Die Contraction auf Natriumsalze war stets weniger scharf begrenzt und weniger energisch, als die der Kaliumsalze. Auffällig war am Dünndarm, besonders am Duodenum, eine grössere Längsausdehnung der Contraction nach Reizung mit Natriumsalzen. Die Länge der Zusammenziehung betrug hier $1^1/_2$ bis 8, in der Regel über 2 cm, von der Reizstelle ungefähr gleichweit nach aufwärts und abwärts; bei den Kaliumsalzen betrug sie $^1/_2$ bis 2 cm. Die Natriumcontraction erstreckte sich gleichmässig über die ganze Peripherie des Darmes, die Kaliumcontraction war in der Regel an der Reizseite stärker.

In Bezug auf die Localisation der Contraction waren die Resultate der Reizung mit Lösung gerade beim Meerschweinchen sehr wenig ausreichend, die Anwendung der Salze in Substanz brachte hingegen übereinstimmende Ergebnisse. Die Berührung dauerte $^1/_4$ bis $^1/_8$ Minute, am Coecum war sie bisweilen nur momentan. Bei längerer Berührung fiel die Contraction wenig energischer aus als bei kürzerer. Am Magen erfolgte eine mehr oder minder starke, bis 2 cm breite, mehr oder weniger peripher ausgedehnte, dem Reizpunkte entsprechende Contraction. Die Contraction dauerte ungefähr 3 Minuten.

Am stärksten wirkte Na^2CO^3, es folgen absteigend KNO^3, KCl, K^2CO^3, NaCl, $NaNO^3$.

Am Duodenum dauert die Contraction 1—2 Minuten an. Bei den Natriumsalzen erstreckt sie sich oft von der Reizstelle $1^1/_2$ bis $3^1/_2$ cm aufwärts, häufiger ist sie local, oberhalb entsteht eine Wellenbewegung, selten bleibt es allein bei der localen Contraction. Die Einschnürung erstreckt sich stets gleichmässig über den ganzen Umfang des Darmes. Die Ka-Contraction bleibt in Bezug auf die Darmaxe stets local, ist intensiver als die Natriumcontraction, und verbreitet sich gar nicht über den Umfang oder doch nicht so gleichmässig, wie dies bei den Na-Salzen der Fall ist.

Die Contractionsdauer am übrigen Dünndarm beträgt 2—3 Minuten, ausnahmsweise mehr, einmal 8 Minuten. Die Kalisalze haben genau dieselbe Wirkung wie am Duodenum. Die Natroncontraction ist immer gleichförmig circulär. In Bezug auf die Axe des Darmes ist sie bisweilen local, gewöhnlich erstreckt sich aber die Wirkung des Salzes mehr oder weniger deutlich etwa $^1/_2$ cm nach oben. Dies zeigt sich in der Weise, dass ausser der localen Contraction nach oben einige rhythmische Contractionen auftreten, oder dass eine länger anhaltende zweite Contraction oberhalb entsteht, oder der Darm zusammenhängend sich aufwärts contrahirt. Es scheint immer das Streben nach einer aufsteigenden Contraction vorhanden zu sein, je nachdem aber der Darminhalt weniger oder mehr widersteht, kommt dieselbe wirklich zu Stande, oder sie wird nur durch die rhythmischen Contractionen angedeutet, oder es bleibt gar bei der localen Contraction.

Am Coecum und Dickdarm ist die Dauer der Contraction sehr unbestimmt, sie schwankt am Coecum zwischen 5 und 15 Minuten, am Dickdarm dauert sie bis 1 Stunde.

Die Kaliumcontraction ist wie am übrigen Darm eine starke Einschnürung genau der Reizstelle entsprechend, mehr oder weniger über den Umfang ausgedehnt. Am oberen Dickdarm, der mit consistentem breiigem Koth stark gefüllt ist, war die Contraction auffällig gleichmässig circulär, und der contrahirte Darm ging ziemlich allmählich in den normalen über (Fig. 3a). Reizt man das Coecum zwischen zwei Ligamenten, so erstreckt sich die Einschnürung nie über dieselben hinaus, sondern die periphere Ausdehnung wird stets durch die beiden benachbarten Ligamente begrenzt.

Die Natriumsalze wirken stets, auch am Coecum, gleichmässig circulär ohne Rücksicht auf die Ligamente. Die Contraction erstreckt sich nach oben von der Reizstelle, oder tritt oberhalb derselben auf. Handelt es sich auch zuweilen nur um einige Millimeter, oder noch weniger, so ist die Erscheinung, wenn man sich nur die Reizstelle vorher genau notirt, z. B. mit einem Copirstift, der für sich nicht bemerkbar reizt, doch nicht zu übersehen, und ganz constant zu beobachten.

Am Coecum liegt die grösste Tiefe der schmalen Einschnürung 3 bis 5 Millim. mehr nach oben, als der Reizstelle entsprechen würde. Das Coecum zeigt anscheinend wegen der Dünne der Wandungen und der Nachgiebigkeit des Inhaltes, alle Erscheinungen am schönsten und präcisesten vom ganzen Darm.

Im oberen Dickdarm gleicht der Contractionsring dem der Kaliumsalze, er liegt aber $^1/_2$ Millim. bis $^1/_2$ cm höher, als der Reizstelle entspricht (Fig. 3 b).

a b

Fig 3.

Am unteren Dickdarm, wo die Kothballen ausgebildet sind, ist die Contraction in der Regel 1 bis $1^1/_2$ cm breit, entsteht von der Reizstelle nach oben und persistirt an der Reizstelle am längsten. In der Gegend liegende Scybala werden gewöhnlich nach oben geschoben; widerstehen sie der Bewegung, so heben sie die Contraction mehr oder weniger auf. Durchschneidet man den Darm zwischen zwei Ballen, so wird der untere durch Reizung

am unteren Ende nach oben entfernt, reizt man dagegen am oberen Ende des oberen, so tritt eine aufsteigende Contraction ein, ohne Einfluss auf den am Schnittende liegenden Kothballen[1]).

Die Harn- und Samenblase reagiren analog dem Magen. Die Contraction entspricht der Reizstelle bei beiderlei Salzen. Die Na-Contraction ist ausgedehnter und weniger energisch als die Ka-Contraction. Die Contractionsdauer ist fast constant 5 Minuten.

Bei einem Versuche, den ich an einer grossen weiblichen Ratte anstellte, erstickte das Thier wegen der nothwendigen festen Fixirung, als ich das Abdomen eben eröffnen wollte. Ich brachte die gewohnten Ka- und Na-Salze in üblicher Weise gleich nach dem Tode an den Darm, bemerkte aber keinerlei Wirkung. Ich halte es nicht für wahrscheinlich, dass die Salze gewirkt haben würden, wenn das Thier noch gelebt hätte, da ich mich öfter an anderen Thieren überzeugt habe, dass unmittelbar nach dem Tode die Empfindlichkeit gegen chemische Reize nicht herabgesetzt war. Die Eingeweide verhielten sich im Wasser wie ein mit Fett überstrichener Gegenstand, nahmen, so zu sagen, das Wasser schlecht an, und diese Eigenschaft derselben verhinderte es vielleicht, dass die sich bildende wässerige Salzlösung genügend einwirkte. Aehnliche Verhältnisse finden sich bei der Maus. Weitere Versuche konnten an Ratten leider nicht angestellt werden.

Zu den Experimenten am Mäusedarm verwandte ich weisse Mäuse, die gerade im Institut gehalten wurden. Die Reizung geschah mit Salzen in Substanz. Der Mäusedarm reagirte auf chemische Reize ziemlich träge.

Bei den Ka-Salzen beginnt die Contraction noch rasch, bei den Na-Salzen kann $1/2$ Minute vergehen, oder die Reizung bleibt auch ganz erfolglos. Kommt einmal eine Wirkung zu Stande, so ist es ganz gleich, ob man längere oder kürzere Zeit gereizt hat. In der Regel genügt eine Reizdauer von $1/4$ Minute, um eine Contraction hervorzurufen. Dieselbe nimmt dann langsam an Ausgiebigkeit zu, dann wieder ab und dauert einige Minuten. Die Ka-Contraction entspricht stets der Reizstelle und verbreitet sich nie gleichmässig circulär. Die Na-Contraction ist stets gleichmässig circulär.

1) Vgl. W. Preyer, Specielle Physiologie des Embryo, S. 320.

Am Dünndarm entspricht der Na-Contractionsring fast immer genau der Reizstelle. Nur einmal wurde am Jejunum eine aufsteigende Contraction bemerkt, und einmal wurden am Duodenum schon vorher bestehende peristaltische Bewegungen oberhalb der Contraction stärker. Letzteres konnte ebensowohl eine Folge der Inhaltsstauung sein, als eine specifische Na-Wirkung. Am Coecum bewirkte das Na-Salz eine starke Contraction nach oben.

Am Dickdarm entsprechen die Erscheinungen denen beim Meerschweinchen, nur sind sie nicht ganz so ausgeprägt und constant. Am oberen Theile kommt eine schmale Einschnürung gewöhnlich bis $^1/_2$ cm oberhalb der Reizstelle zu Stande, bisweilen entspricht die Einschnürung der Reizstelle. Am unteren Dickdarm pflegt der Contractionsring breiter zu sein, und erstreckt sich von der Reizstelle nach oben, oder doch weiter nach oben als nach unten.

Am Darmtractus des Hundes wirkten Ka- und Na-Salze in Substanz angewandt qualitativ sicher verschieden, aber nur am Coecum auffällig. Die Contraction war mehr oder weniger tief, nicht über $^3/_4$ cm breit, war am Reizpunkte am stärksten und erstreckte sich über einen grösseren oder kleineren Theil der Peripherie. Sie fiel bei den Ka-Salzen ziemlich energisch aus und kam bei einer Berührung von $^1/_8$ Minute stets zu Stande, bei den Na-Salzen etwas schwächer; es war öfter eine Berührung von $^1/_4$ Minute und mehr nöthig, um überhaupt eine Wirkung hervorzubringen. Der Hundedarm gehört zu den auf chemische Reize weniger empfindlichen. Die Contraction beginnt öfters erst $^1/_2$ Minute nach der Reizung, nimmt dann $^1/_4$ bis $^3/_4$ Minuten zu und ist nach 1 bis 2 Minuten allmählich wieder verschwunden. Während man bei anderen Thieren, z. B. beim Meerschweinchen, schon am Bilde der Zusammenziehung mit Leichtigkeit sehen kann, ob es sich um eine Ka- oder Na-Contraction handelt, ist dies beim Hundedarm nicht wohl möglich. Die verschiedene Wirkung äussert sich nur an dem Orte der Zusammenziehung. Die Ka-Contraction entspricht stets dem Orte der Reizung, die Na-Contraction erstreckt sich am Coecum vom Reizpunkte $^3/_4$ cm nach oben, das heisst nach dem blinden Ende zu (Fig. 4), am übrigen Darme kommt sie 1—2 mm höher oben zu Stande, als dem Reizpunkte entspricht (Fig. 5). Nach dem Tode treten erst schwächere, dann stärkere Darmbewegungen ein, Reizversuche während der Dauer derselben, hatten den gleichen

Erfolg wie vorher. Nach etwa $^3/_4$ Stunden hörten die Darmbewegungen auf, genau mit ihnen die Na-Wirkung. Die Ka-Wirkung war noch unverändert.

Fig. 4.
Coecum nach Reizung mit Natriumnitrat.

Fig. 5.
Dickdarm des Hundes mit Natriumnitrat gereizt.

Die Experimente am Darme des lebenden Huhnes wurden dadurch ermöglicht, dass der Vogel nach der Tracheotomie durch künstliche Respiration am Leben erhalten wurde.

Die Salze wurden in Substanz angewandt. Die Ka-Salze bewirkten eine axial und peripher locale Contraction von etwa 6 Minuten Dauer und $^1/_2$ bis 1 cm Breite. (Fig. 6).

Fig. 6.
Hühnerdarm in der Nähe des Magens nach Reizung mit Kaliumnitrat.

Fig. 7.
Hühnerdarm in der Nähe des Magens nach Reizung mit Natriumnitrat.

Die Na-Salze verursachen eine circuläre von der Reizstelle nach oben sich erstreckende Contraction. Dieselbe ist etwa $1^1/_2$ cm breit und hat eine Dauer von ungefähr 2 Minuten. Die Contraction verschwindet allmählich, zuletzt an der Reizstelle. (Fig. 7).

Die postmortalen Darmbewegungen dauern etwa 10 Minuten, ebensolang reagirt der Darm charakteristisch auf Natriumverbindungen. Die Ka-Salze wirken noch 10 Minuten nach Aufhören der Darmbewegungen wie vorher.

Bei den Versuchen an Fröschen hatte das Wasser die Temperatur des Zimmers. Die Salze wurden in Substanz applicirt, in der Regel $^1/_4$ Minute lang. Bei dem ausserordentlich langsamen Verlauf der Erscheinungen war es bisweilen schwer, zu entscheiden,

ob dieselben spontan auftraten, oder durch die Salze verursacht wurden. Ich erwähne hier nur, was für eine wirkliche Folge der Salzeinwirkung mit Wahrscheinlichkeit zu halten ist. Die Reizung bleibt bisweilen, besonders bei den Na-Salzen, ohne Wirkung, oder die gereizte Stelle wird anämisch. In der Regel erfolgt eine Contraction. Diese zeigt sich schon während der Reizung, oder es vergeht eine kürzere oder längere Zeit, bei den Ka-Salzen bis 1 Minute, bei den Na-Salzen bis 5 Minuten. Die Contraction ist in der Regel nach einer Dauer von etwa 5 Minuten verschwunden, doch kann die Wirkung der Reizung auch bis über 1 Stunde bestehen. Statt einer gleichmässigen Contraction erhielt ich einmal nach Reizung des Magens mit Natriumnitrat und des Duodenums mit Kaliumnitrat eine Contraction von 15 Minuten in der Weise, dass dieselbe am Magen 12 mal, am Duodenum 15 mal deutlich stärker und schwächer wurde, beziehungsweise verschwand.

In Bezug auf die axiale Localisation wurde nach Reizung des unteren Darmes mit Natriumnitrat zweimal Contraction $^1/_4$ cm oberhalb der Reizstelle deutlich bemerkt (Fig. 8).

Fig. 8.

Auch die in Fig. 9 dargestellten Erscheinungen am Magen nach Reizung mit demselben Salze würden ähnlich aufzufassen sein.

Fig. 9.

a stellt den unteren Magen 2 Minuten nach Reizung mit Natriumnitrat dar, b 4, c 10, d 20, e 25 Minuten nach der Reizung. 30 Minuten nach der Reizung war das Bild wieder wie in a und nach 40 Minuten glaubte ich immer noch eine schwache Contraction zu bemerken.

Bei den übrigen zahlreichen Reizversuchen mit Natriumsalzen zeigte sich wie bei den Kaliumsalzen, dass die Contraction axial genau der Reizstelle entspricht und bis $^1/_2$ cm Breite erreicht.

In Bezug auf die Circumferenz des Darmes bleibt die Contraction bei beiderlei Salzen ganz local, oder ist gleichmässig circulär, oder die Wirkung liegt zwischen diesen beiden Extremen.

Halten wir die Erscheinungen nach Anwendung von Ka- und Na-Salzen am Froschdarme zusammen, so zeigt sich, dass die ersteren sicherer und schneller wirken als die letzteren. Ein nur irgendwie constanter qualitativer Unterschied des Erfolges nach Reizung mit den einen oder den anderen Salzen ist nicht zu ersehen.

Einige Versuche, die ich mit Salzen in Substanz an Embryonen[1]) und jüngeren Thieren anstellte, ergaben, dass die Ka-Contraction im Ganzen der Wirkung am erwachsenen Thiere gleicht. Die Na-Salze wirken gar nicht, oder wie die Ka-Salze, nur schwächer, oder es zeigt sich mehr oder weniger deutlich die Na-Reaction der erwachsenen Thiere. In der Regel zeigt erst im postembryonalen Leben der Darm nach und nach seine eigenthümliche Reaction auf Reizung mit Na-Salzen wie beim erwachsenen Thiere.

Die speciellen Versuchsergebnisse sind folgende:

Bei 11 nahezu reifen Meerschweinchenembryonen reagirte der Darm von 9 Thieren auf Na-Salze entweder wie auf Ka-Salze oder es zeigten sich verwischt und undeutlich die Erscheinungen, die wir beim erwachsenen Meerschweinchen gefunden haben. Bei zwei fast reifen Embryonen reagirte der Darm in ganz präciser Weise analog dem erwachsenen Thiere. Beide Embryonen stammten von demselben Mutterthier; an dem einen wurden Reizversuche angestellt, bevor es geathmet hatte. Die Resultate waren an beiden Embryonen ganz gleich.

Von zwei neugeborenen Kaninchen reagirte der Darm des einen auf Na-Salze nicht. Bei dem anderen zeigte sich am Duodenum in mehr, am übrigen Dünndarm in minder ausgesprochener Weise, die dem erwachsenen Kaninchen eigene Na-Contraction. Am Dickdarm wirkten die Na-Salze wie Ka-Salze.

Bei einem 14 Tage alten Hunde wirkten die Na-Salze qualitativ ganz wie Ka-Salze. Die Contraction, etwa 5 bis 7 mm lang, entspricht genau der Reizstelle und erstreckt sich nicht über den

---

1) Dass nach mechanischer, electrischer, chemischer Reizung des fötalen Dünn- und Dickdarmes vom Meerschweinchen locale Constrictionen eintreten, zeigte Prof. Preyer in seiner „Speciellen Physiologie des Embryo“ p. 319.

ganzen Umfang des Darmes. Bei den Ka-Salzen wirkt eine momentane Berührung, bei den Na-Salzen muss die Berührung bis 15 Sekunden anhalten. Die Dauer der Berührung hat auf die Ausgiebigkeit der Contraction keinen Einfluss. Nach etwa 2 bis 3 Minuten sind die Contractionen wieder verschwunden.

In einem eigenthümlichen Zusammenhange mit der Entwicklung der Na-Reaction scheinen die Darmbewegungen zu stehen, die unmittelbar vor oder gleich nach dem Tode der Thiere eintreten und längere Zeit, beim Meerschweinchen bis über 2 Stunden, bestehen. Die Fähigkeit zu postmortalen Darmbewegungen entwickelt sich neben der Reaction auf Na-Salze so, dass die Entwicklung der specifischen Na-Reaction etwas früher beginnt.

Zu der angeführten Annahme führte folgendes:

Bei allen Embryonen und jüngeren Thieren, die zu den eben beschriebenen Versuchen dienten, fehlten die postmortalen Darmbewegungen noch vollständig, während die Na-Reaction bisweilen schon angedeutet war. Nur bei zwei Meerschweinchenembryonen zeigten sich $^1/_4$ Stunde lang deutliche postmortale Bewegungen, und das waren gerade jene zwei einzigen Embryonen, bei denen die Na-Reaction praecis wie am erwachsenen Thiere sich zeigte. Zwei noch nicht ausgewachsene Katzen (320 grm schwer), welche die oben erwähnte Natrium-Contraction nur unvollständig zeigten, liessen auch nur am Dünndarm und nur ganz schwache postmortale Darmbewegungen beobachten im Gegensatze zu der erwachsenen Katze.

Nach dem Tode des erwachsenen Thieres zeigt sich die Natriumreaction genau so lange wie die Darmbewegungen, während die Kaliumreaction noch längere Zeit unverändert besteht.

Das Gesammtergebniss meiner Versuche ist sehr einheitlich und lässt sich kurz zusammenfassen:

Bei allen zur Untersuchung gekommenen erwachsenen Warmblütern ist die Wirkung der Natriumsalze auf den Darmtractus qualitativ verschieden von der der Kaliumsalze. Der Versuch mit der Ratte kommt als resultatlos nicht in Betracht. Der genannte qualitative Unterschied ist aber sehr verschieden ausgeprägt bei den verschiedenen Thierarten. Die wechselnden

Erscheinungen bei den einzelnen Thierarten beruhen fast nur auf der verschiedenartigen Wirkung der Natriumsalze. Die Reizung mit Kaliumsalzen hat überall ziemlich das gleiche Resultat: Contraction entsprechend der Reizstelle, mehr oder weniger weit und gleichmässig über den Umfang des Darmes ausgedehnt.

Die specifische Natriumreaction entwickelt sich im spätembryonalen oder auch erst im postembryonalen Leben.

Die Natriumsalze wirken nicht genau der Reizstelle entsprechend, die Localisation der Contraction wechselt bei den einzelnen Thierarten.

Bei dem Kaninchen, an dem die Natriumreaction entdeckt und zuerst beschrieben wurde, ist dieselbe auch am auffälligsten, weniger schon bei der Katze.

Auch beim Meerschweinchen sieht man sofort an der Art der Zusammenziehung, ob mit einem Kalium- oder Natriumsalz gereizt worden ist. Die Kaliumcontraction ist fast nie, die Natriumcontraction stets gleichmässig über den Umfang des Darmes ausgedehnt. Ausserdem zeigt sich am Dünndarm mehr oder weniger deutlich eine Wirkung der Natriumsalze nach oben in Form einer aufsteigenden Contraction, oder einer zweiten Contraction oberhalb, die rhythmisch verschwinden und wiederkehren kann. Am Coecum und oberen Dickdarm liegt die Contraction stets oberhalb der Reizstelle, am unteren Dickdarm erstreckt sie sich von der Reizstelle nach oben.

Bei der Maus verhält sich der Dickdarm ganz ähnlich, wie beim Meerschweinchen. Am Coecum zeigt sich eine aufsteigende Contraction. Am Dünndarm ist die Natriumreaction scharf gekennzeichnet durch eine gleichmässig circuläre Ausdehnung der Contraction, die das Kaliumsalz hier nie hervorruft.

Am Hundedarm war die verschiedene Wirkung der Kalium- und Natriumsalze am schwersten zu sehen. Die letzteren wirken hier ebensowenig gleichmässig circulär wie die Kaliumsalze. Die Contraction befindet sich jedoch nach Reizung mit Natriumsalzen 1 bis 2 mm mehr nach oben, als der Reizstelle entsprechen würde, am Coecum geht die Contraction von der Reizstelle $^3/_4$ cm nach oben.

Das Huhn gewährt wieder klarere Erscheinungen: $^1/_2$ bis 1 cm breite, nicht circuläre, der Reizstelle entsprechende Kaliumcon-

traction, 2 cm breite, gleichmässig circuläre, von der Reizstelle nach oben sich erstreckende Natriumcontraction.

Die Reizung von Magen, Harn- und Samenblase ergab bei keinem Thiere einen qualitativen Unterschied der beiden Salze. Die Natriumsalze wirken etwas schwächer und vielleicht diffuser als die Kaliumsalze.

Die Ergebnisse der Versuche am Frosch sind nicht einheitlich zusammenzufassen.

In Rücksicht auf das Bild der Contraction, wie es beim Kaninchen und ähnlich bei der Katze sich darbietet, hat sich ergeben, dass dasselbe bis jetzt auf kein anderes Thier zu übertragen ist. Die Annahme, dass man etwa durchweg ein ganz analoges Bild erwarten dürfe, hat sich als unhaltbar herausgestellt. Warum insbesondere die Erscheinungen am Kaninchen auf den Menschen durchaus nicht übertragbar sind, werde ich noch erwähnen. Nur soweit lässt sich die Natriumreaction des Kaninchendarmes verallgemeinern, dass bei allen Warmblütern, die zu meinen Experimenten benutzt wurden, ebenfalls eine specifische Natriumreaction besteht. Dieselbe kann allerdings mehr oder weniger an die beim Kaninchen erinnern.

Meine allgemeine Erklärung für die Eigenthümlichkeit der Kali- und Natriumreaction ist jedoch ganz ähnlich der, wie sie Nothnagel für das Kaninchen und die Katze angab. Meine Versuche sind geeignet, die Vermuthung des genannten Forschers wahrscheinlicher zu machen.

Nothnagel nimmt an, dass durch die Kaliumsalze direct die Muskeln gereizt werden, dass bei den Natriumsalzen ausser einer directen Muskelreizung eine Reizung nervöser Apparate stattfinde, und dass auf letzterer die specifische Natriumcontraction beruhe.

Die Angabe für die Kaliumsalze kann ich für meine sämmtlichen Versuche gelten lassen; um aber den Umstand zu erklären, dass die Kaliumsalze bisweilen eine ganz gleichmässig circulär ausgedehnte Contraction verursachen, wie am oberen Dickdarm des Meerschweinchens, glaube ich auch den Kaliumsalzen die Fähigkeit einer nervösen Erregung zusprechen zu müssen.

Als Beweis für die Annahme, dass die specifische Natriumerscheinung auf einer nervösen Erregung beruhe, nimmt Noth-

nagel in erster Linie an, dass die Contraction nicht der Berührungsstelle entspricht, und dass der Kaninchendarm nach Aufhören der postmortalen Bewegungen die Natriumreaction verloren hat. Beide Gründe lassen sich für meine sämmtlichen Warmblüter anführen, der letztere in noch bestimmterer Weise. Die specifische Natriumreaction tritt, wie ich gefunden habe, im embryonalen oder postembryonalen Leben ganz gleichzeitig auf mit der Fähigkeit des Darmes zu postmortalen Bewegungen. Im früheren Leben unterscheidet sich die Natriumcontraction qualitativ nicht von der Kaliumcontraction. In derselben Minute in der die postmortalen Darmbewegungen aufhören, ist es auch mit der specifischen Natriumreaction aus, während die Kaliumsalze noch ganz präcis wirken.

Die Ursache für das wechselvolle Bild der Natriumcontraction wäre wohl in einer verschiedenen Verlaufsrichtung der betreffenden Nervenelemente in den verschiedenen Darmabschnitten eines Thieres einerseits und dem Darme der verschiedenen Thiere anderseits zu suchen. Wie man sich die Sache des Näheren zu denken hat, darüber wage ich kein Urtheil abzugeben.

Dass den Natriumsalzen auch eine directe Muskelreizung zuzuschreiben ist, geht schon daraus hervor, dass der Darm, der noch nicht die Fähigkeit zu postmortalen Darmbewegungen, und somit, wie ich annehme, noch nicht die durch die Natriumverbindungen erregbaren Nervenelemente besitzt, durch Natriumsalze in gleicher Weise verändert wird, wie durch Kaliumsalze. Beim erwachsenen Thiere kann man bisweilen deutlich eine locale, wahrscheinlich muskuläre, und eine oberhalb befindliche, wahrscheinlich nervöse Reaction unterscheiden (Fig. 10). Auch der Umstand

Fig. 10.

Meerschweinchen-Duodenum nach Reizung mit Natriumnitrat.

dass nach Eintreten einer aufsteigenden Natriumcontraction, die der Reizung entsprechende Stelle öfter länger contrahirt bleibt, als das übrige Darmstück, dürfte hier anzuführen sein.

Eigenthümlich ist es, dass der Menschendarm allein auf Natriumsalze anders reagirt als der Darm sämmtlicher angeführter

Warmblüter zusammengenommen. Hier fast immer Wirkung nach oben, nie nach abwärts, beim Menschen locale Contraction mit Constrictionen oberhalb und unterhalb.

Ich muss entschieden annehmen, dass die gleich nach dem Tode angestellten Versuche Bardelebens dieselbe Gültigkeit haben, als wären sie am lebenden Menschen vorgenommen. Es wird in dem einen Falle besonders hervorgehoben, dass während der Versuche Darmbewegungen bestanden, und die Erfahrung lehrt, dass die Natriumreaction unverändert bleibt, bis die Darmbewegungen aufhören. In dem anderen Falle schlug sogar das Herz noch, und die Körpertemperatur war noch normal. Dass etwa eine spontane Zusammenziehung des Darmes mit einer durch das Salz veranlassten verwechselt worden wäre, oder dass weniger auffällige specifische Eigenschaften der Natriumreaction übersehen worden wären, wird man nicht glauben. Man muss also wohl dabei stehen bleiben, dass sich der Verlauf oder die Erregbarkeit der Nervenelemente, die bei der Reizung des Darmes mit Natriumsalzen in Betracht kommen, beim Menschen anders verhalten, als bei den von mir beobachteten Thieren.

Herr Professor Preyer machte mich darauf aufmerksam, dass der Grund dieses abweichenden Verhaltens vielleicht in dem Umstande liege, dass der Mensch von Kindheit an durch den reichlicheren Genuss von Kochsalz den Darm mehr mit Natriumverbindungen in Berührung bringe, als dies bei anderen Thieren der Fall ist. Die Vermuthung hat viel Wahrscheinliches, und eine Entscheidung liesse sich vielleicht mit Hülfe von Fütterungsversuchen durch Thierexperimente ermöglichen.

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Thierarzneischule zu Bern.)

Toxikologische Beiträge [1]).

Von

E. Hess und **B. Luchsinger,**
Professoren an der Thierarzneischule in Bern.

Die Wirkungen der Gifte auf die Gewebe des thierischen Körpers sind abhängig von den verschiedenen Zuständen, in welchen die vitalen Elemente sich gerade befinden.

Für den Erfolg eines Giftes kann es offenbar nicht gleichgültig sein, ob der betreffende Apparat im Zustande der Ruhe oder in dem functioneller Thätigkeit ist. Gewiss wird auch die Geschwindigkeit der Molecularbewegungen der lebenden Gewebe, also die Temperatur der zu vergiftenden Apparate eine wesentliche Rolle spielen.

In solchem Sinne hat denn auch schon zu wiederholten Malen [2]) der eine von uns diese wichtigen Fragen einer allgemeinen Toxikologie berührt. Nachdem er zuerst den alten Kunde'schen Satz [3]) von der verschieden intensiven Wirkung des Strychnins bei verschieden temperirten Fröschen auch für Pikrotoxin bestätigen

---

1) Der Inhalt des Folgenden wurde schon vor Jahresfrist von dem einen von uns (H.) in der Naturforschenden Gesellschaft zu Bern vorgetragen. Aeussere Gründe verzögerten bis jetzt die Publication. Eine mittlerweile von H. Meyer in Dorpat stammende Arbeit soll in einem Nachtrage berücksichtigt werden.

2) Vgl. Luchsinger, dies Archiv XVI, 532—537. 1878. — Guillebeau und Luchsinger, dies Archiv. XXVIII, 26—27. 1882. — Olga Sokoloff, Berner Dissertation 1881. S. 25 u. 35. — Grützner und Luchsinger, Physiologische Studien 40—49. 1882.

3) Kunde, Verhandlungen der physical.-medicin. Gesellschaft in Würzburg 1857; Virchow's Archiv XVIII, 357. 360. 1860.

und erweitern konnte, nachdem er mit anderen reizenden und auch lähmenden Giften am Frosche und am Blutegel die Einflüsse verschiedener Temperaturen wahrgenommen, so empfahl sich endlich auch eine Untersuchung dieser Fragen am Warmblüter.

Schon zusammen mit Herrn Marti hat der eine von uns (L.) einige Versuche über die Wirkung der Kalisalze und des Kupfers an verschieden gewärmten Kaninchen angestellt. Es war aber aus mannigfachen Gründen sehr wünschenswerth, derartige Untersuchungen auf mehrfache Gifte unter Berücksichtigung verschiedener Applicationsweisen auszudehnen. Jene Versuche wurden von Herrn Marti in seiner Dissertation nicht weiter berücksichtigt; des Zusammenhanges halber seien in Folgendem auch einige seiner Protokolle angeführt.

Wir selber untersuchten dann noch Chloral, Alkohol, Thallium, Quecksilber, Platin und Coniin.

Die Versuchsthiere waren Kaninchen. Es wurden jeweilen zwei gleich grosse Thiere ausgewählt, mit gleichen Dosen vergiftet, aber verschiedenen Temperaturen ausgesetzt, in der Weise, dass wir das eine gewöhnlicher Zimmertemperatur überliessen, welches wir künftig der Einfachheit halber als kaltes Thier bezeichnen, dem andern aber durch einen Aufenthalt in einem gut heizbaren Raume die gewünschte Temperatur gaben. Um endlich auch etwelche schädliche Wirkungen der hohen Temperatur selber controliren zu können, war dem gewärmten Giftthiere stets noch ein gleich gewärmtes Controlthier beigegeben.

Erst im Laufe der verschiedenen Versuche zeigte sich eine ganz verschiedene Wirkung verschieden starker Erwärmung. Der anscheinende Widerspruch hob sich aber sofort, als wir die nähern Bedingungen der einzelnen Versuche prüften.

Um es kurz zu sagen, starben die stark gewärmten Giftthiere immer vor den kalt gehaltenen Versuchsthieren, während umgekehrt eine mässige Erwärmung die längste Lebensdauer erzielte.

I. Chlorkalium.

Versuch I[1]).

Zwei je drei Monate alte Kaninchen werden mit einer 10 %-igen Lösung von Chlorkalium durch subcutane Injectionen vergiftet. Eines befindet sich im Wärmekasten mit einem Controlthier, das andere bleibt im Zimmer.

Temperatur im Wärmekasten 40° C.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des Controlthieres.	Befinden des kalten Thieres.
2.35	0,6	36° Temperatur	36°	
3.05	0,6	33		
3.35	0,6	37		
4.05	0,6	37		
4.35	0,6	37		
4.55	—	Hebt d. Kopf einige Male zuckend in die Höhe; Thier kraftlos; Herzstillstand; Temp. 41°.	41 Das Controlthier ist ganz normal.	Am kalten Thiere während des ganzen Versuches absolut nichts Anormales zu sehen.

II. Kupfer.

Versuch I.

Zwei je 3 Monate alte Kaninchen von demselben Wurfe, in Gewicht und Grösse gleich, werden mit einer Lösung von weinsaurem Kupferoxydnatron mittelst subcutaner Injectionen vergiftet.

Temperatur im Wärmekasten 38—40° C.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des Controlthieres.	Befinden des kalten Thieres.
2.22	0,02			
3.15	0,02	Thier stirbt. Bei Eröffnung des Thorax schlägt das Herz nicht mehr.		
3.50	—	Vagus (Oesophagus) Ischiadicus, Facialis reagiren gar nicht mehr auf starke elektrische Reize.	Das Controlthier ist ganz munter.	Thier stirbt. Herzlähmung, Ischiadicus und Facialis gelähmt, Vagus (Oesophagus) u. Sympathicus (Iris) reagiren noch gut.

Stark gewärmte Thiere vertragen Vergiftungen also schlechter wie normale.

1) Es seien stets nur einzelne Beispiele aus unseren Protocollen angegeben.

III. Chloralhydrat.

Versuch I.

Zwei je zwei Monate alte Kaninchen werden mit 5 %-iger Chloralhydratlösung vergiftet, indem jedem halbstündlich 0,01 gr subcutan eingespritzt wird.

Temperatur im Wärmekasten constant 40° C.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des Controlthieres.	Befinden des kalten Thieres.
8.—	0,01	38,2° Temperatur	38,6	39,0
8.30	0,01	Narkose gut.		
9.—	0,01	40,4	40,2	37,6 Narkose vollständig.
9.20	—	41,4 Stirbt nach einigen	41,6	33,4
9.45	—	Krampfanfällen.	—	31,2
10.15	—		—	30,0 Stirbt ohne Todeskampf.

Das Controlthier bleibt munter. Das stark gewärmte Thier stirbt erheblich früher wie das von gewöhnlicher Temperatur.

Versuch II.

Zwei je drei Monate alte Kaninchen werden mit einer 2 %-igen Chloralhydratlösung vergiftet. Das Chloralhydrat wurde stündlich zu 0,01 gr den beiden Versuchsthieren mittelst einer Pravaz'schen Spritze subcutan beigebracht. Das Ofenthier wird wesentlich weniger stark gewärmt, wie in Versuch I.

Temperatur im Wärmekasten constant 34—36° C.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des kalten Thieres.
1.—	0,01	39,5° Temperatur	39,0° Temperatur
2.—	0,01	39,8	36,2
3.—	0,01	39,0	36,2 Narkose vollständig.
3.45	—	40,2 Narkose gut.	34,0 Athmung ziemlich langsam.
4.10	—	39,2	32,8 Aus der Nase fliesst eine gelbliche Flüssigkeit,
4.30	0,01		
4.45	—	38,2	31,1 grosse Dyspnoe. Erregbarkeit sehr schlecht.
5.15	0,01		
5.30	—	38,0	29,4 Constant bei jeder Inspiration bewegt sich bald das Augenlid, bald das Auge lateral nach unten.
5.35	—		29,2 Stirbt ohne Krämpfe.
6.30	—	38,2 Stirbt.	

Das mässig gewärmte Chloralthier überlebt also um mehr wie eine Stunde seinen kälter gehaltenen Gefährten.

IV. Alkohol.

Den unsrigen verwandte Versuche hat schon Hermann[1]) angestellt, aber er hat nur die eine Seite der Erscheinungen berücksichtigt.

Er fand, dass alkoholisirte Thiere in mässiger Wärme länger leben als andere und schloss daraus auf eine raschere Ausscheidung des Alkohols aus Lungen und Haut.

Wir können zwar Versuche von der Art der Hermann'schen bestätigen, müssen aber hinzufügen, dass solche Versuche nur bei mässiger Erwärmung gelingen, und dass bei höheren Temperaturen im Gegentheil die warmen Thiere wesentlich früher sterben als die bei Zimmertemperatur gehaltenen.

Schon längst ist von Binz[2]) die Ausscheidung des Alkohols durch die Lungen als höchst minim bezeichnet worden und hat erst neuerdings noch dessen Assistent Bodländer[3]) in einer äusserst sorgfältigen Untersuchung die gesammte Ausscheidungsgrösse als höchstens 4 % gefunden.

Unser Resultat, dass die stark gewärmten Alkoholkaninchen früher sterben als andere, bei normaler Temperatur gehaltene, deutet auch seinerseits an, dass die Ausscheidung durch die Lungen eine verhältnissmässig geringfügige, für den Organismus gleichgültige sein muss; denn sonst müssten jedenfalls die gewärmten Thiere sich stets unter günstigeren Ausscheidungsbedingungen befinden und dem entsprechend länger leben.

Versuch I.

Zwei gleich alte Thiere, mit gleich starker Alkohollösung vergiftet; je viertelstündlich jedem Thier 0,02 gr subcutan injicirt. Im Wärmekasten herrscht eine Temperatur von 40° C.

---

1) Hermann, Archiv f. Anat. und Physiologie 1867.

2) Binz, Archiv f. experiment. Patholog. und Pharmakologie. VI, 287—299. 1877.

3) Bodländer, dies Archiv XXXII, 1883.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des Controlthieres.	Befinden des kalten Thieres.
3.—	0,02	39,2	38,2	38,—
3.15	0,02			
3.30	0,02	39,2	36,6	37,5
3.45	0,02			
4.—	0,02	39,2 Sensibilität stark herab-	40,—	37,—
4.15	0,02	gesetzt, starke Reize		
4.30	0,02	40,— bringen keine Zuk-	40,8	36,6
4.45	0,02	kungen hervor.		
5.—	0,02	40,—	41,5	36,4
5.15	0,02			
5.30	0,02	40,—	41,2	35,4
5.45	0,02			
6.—	0,02	40,—	41,—	34,6
6.15	0,02			
6.30	0,02	39,8	40,4	33,2
6.45	0,02			
7.—	0,02	40,2	40,—	32,—
7.15	0,02			
7.20	—	39,8 Stirbt an Lähmung der Athemcentren u. Herzstillstand. Muskeln auf elektrische Reize sehr wenig erregbar.	40,2 bleibt immerfort munter	31,5 Wird in d. Wärmekasten gesetzt, damit es wieder erwache, und wird erwärmt, bis die Temperatur 39,2° C. erreicht; dies ist um 8.20 der Fall. Das Thier ist munter, die Athmung gut.

Versuche dieser Art zeigen, dass jedenfalls die gewärmten Thiere nicht unbedingt länger leben müssen als die kalt gehaltenen und dass also eine Verallgemeinerung im Sinne Hermann's wohl nicht zulässig ist. Für mässige Erwärmungen allerdings haben auch wir mit den Hermann'schen Resultaten übereinstimmende Befunde gesehen.

V. Thallium.

Die einzige etwas ausführliche Arbeit über Thallium rührt von Marmé[1]) her. Derselbe stellt dieses Gift in nahe Verwandtschaft einerseits zum Kalium und anderseits zum Quecksilber. Er fand bei seinen Versuchen, dass stets schon sehr früh eine Schwächung des Herzens eintrete.

1) Marmé, Göttinger Nachrichten 1867. 397—410.

Doch dürfte hier daran zu erinnern sein, dass sich bei den verschiedensten Protoplasma-Giften ganz verschiedene Bilder entwickeln, je nachdem die Vergiftung rasch oder langsam eingeleitet wird. In unseren Versuchen mit langsamer Vergiftung sahen wir wenigstens zu wiederholten Malen das Herz noch kräftig schlagen, während das centrale Nervensystem seine Funktionen eingestellt hatte. Statt vieler möge hier wiederum nur ein Versuch als Beispiel angeführt werden.

Versuch vom 24. August 1882. Zwei Monate altes Kaninchen, halbstündlich wird 0,01 gr einer 1%igen Lösung kohlensauren Thalliums von Morgens 8 bis Abends 4 Uhr subcutan eingespritzt. Im Laufe des Versuchs wird das Thier matter, lässt sich auf den Rücken legen. Gleichlaufend mit diesem Sinken der Erregbarkeit beobachten wir ein Sinken der Körpertemperatur. Bestimmen wir gegen Ende des Versuchs den Blutdruck, so finden wir denselben äusserst niedrig, circa 20 mm Quecksilber. Es treten asphyktische Krämpfe ein; künstliche Respiration wird eingeleitet, das Herz blosgelegt, dieses schlägt, sowohl Kammer, wie auch Vorkammer, noch 20 Minuten lang weiter.

Der Tod ist eingetreten wegen enormer Herabsetzung des Blutdrucks, daran sind hier offenbar weniger Schuld Störungen der Herzthätigkeit, als Störungen in der Innervation der Blutgefässe.

Berücksichtigt man den schon von Marmé gemachten Befund starker entzündlicher Erscheinungen des Magens und Darmes, welchen wir ebenfalls bestätigen können, so werden wir eben in Analogie zu den Versuchen von Böhm und Unterberger[1]), ferner Böhm und Pistorius[2]) „Ueber Arsen", zu den Versuchen von Schmiedeberg und seiner Schule über Quecksilber, Eisen und Platin und endlich zu den Versuchen aus dem hiesigen Laboratorium von Luchsinger und Marti[3]) „Ueber Mangan und Wolfram", von Luchsinger und Mory[4]) „Ueber Wismuth", nicht fehlgehen, die Ursache des niedrigen Blutdrucks in einer Lähmung der Gefässe des Darmtraktes zu suchen, diese Lähmung aber in

1) Böhm und Unterberger, Archiv f. exper. Pathol. und Pharmak. II, 89—98. 1874.

2) Böhm und Pistorius, Archiv f. exper. Pathol. und Pharmak. XVI, 188—220. 1882.

3) Vgl. Marti, Dissertation, Bern 1883.

4) Luchsinger und Mory, Ueber Mitthl. d. naturf. Gesellsch. Bern 1883.

einfachster Weise abzuleiten aus den entzündlichen Veränderungen des Darmes selber[1]).

Der Tod tritt bald mit, bald ohne Krämpfe ein. Wenn die Krämpfe fehlen, so ist auch die direkte Reizbarkeit der motorischen Nerven, des Ischiadicus z.B., verschwunden, und reagiren die Muskeln selbst bei direkter Reizung nur noch ganz schwach.

Hier zeigte sich uns zum ersten Male die interessante Erscheinung einer bei verschiedenen Muskeln verschieden rasch eintretenden Lähmung.

Die glatten Muskeln reagiren viel länger als die quergestreiften, unter diesen der quergestreifte Oesophagus wesentlich länger als die Sceletmuskeln — ein Gang der Vergiftung, der nach andern Beobachtungen des einen von uns (L.) ganz allgemein bei Muskelgiften wiederkehrt. Aber auch bei den Sceletmuskeln zeigt sich eine bemerkenswerthe Differenz; denn wir fanden z. B. die Muskeln der Peronäus-Gruppe stets früher gelähmt, als die der Gastrocnemius-Gruppe, ebenso die Strecker der Hand früher gelähmt wie die Beuger derselben. Damit können wir denn auch für muskellähmende Gifte eine Parallele finden zu dem längst bekannten Verhalten des einfachen Absterbens. Denn wie schon früher Ritter[2]) fand und erst neuerdings Onimus[3]) bestätigte, wie wir auch selber unabhängig von den Mittheilungen von Onimus öfters sahen, sterben functionell verschiedene Muskelgruppen auch zu verschiedener Zeit ab[4]). — Nach diesen orientirenden Bemerkungen über die Thallium-Wirkung überhaupt möge auch hier wieder als Beispiel ein Versuch über die Wirkung der Wärme auf die Thalliumvergiftung folgen.

---

1) Offenbar ohne meine Arbeiten zu kennen, kömmt neuerdings auch H. Schulz, Archiv für experimentelle Pathol. u. Pharmakol. XVIII, 174—209, 1884 zu vollständig gleicher Anschauung. Luchsinger.

2) Vgl. Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektrizität. I, 317. 1848.

3) Onimus, Robin, Journ. de l'anat. et physiolog. 1880.

4) Man vergleiche übrigens über diese Verhältnisse die seither in unserem Laboratorium ausgeführten Untersuchungen von Luchsinger, Mitthl. der schweiz. naturf. Gesellsch. Zürich 1883, und W. Neumann, „Ueber toxikologische Verschiedenheiten functionell verschiedener Muskelgruppen“, Berner Dissertation 1883.

Versuch mit zwei je zwei Monate alten Kaninchen, denen halbstündlich je 0,01 gr Th. einer 1%-igenLösung kohlensauren Thalliums injicirt wird. Temperatur im Wärmekasten 40°.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Controlthieres.	kalten Thieres.
8.—	0,01	38,8	39,2	39,—
9.—	0,01	39,4	39,2	39,—
9.30	0,01	39,4	39,6	38,8
10.—	0,01	40,6	40,2	38,8
10.30	0,01	40,6	40,4	39,—
11.—	0,01	40,4	40,8	38,8
11.30	0,01	40,8	40,8	38,6
12.—	0,01	40,6	40,6	39,—
12.30	0,01	40,4	40,4	39,—
1.—	0,01	40,2	40,2	39,—
1.30	0,01	40,—	40,2	38,8
2.—	0,01	39,6	40,—	39,—
2.30	0,01	39,8	40,—	38,8
3.—	0,01	39,6 Ist matt, lässt sich auf	40,—	38,6
3.30	0,01	39.6 den Rücken legen.	39,8	38,6 Lässt sich auf d. Rücken
4.—	0,01	39,8	39,6	38,4 legen.
4.30	0,01	40,—	39,8	38,2
4.50	0,01	40,— Stirbt unter Krämpfen,	Stets	—
5.10	—	Herz schlägt noch eine Zeit lang.	normal	36,— Stirbt unter Krämpfen.

Die Sectionserscheinungen bei beiden Thieren stimmen vollkommen mit dem von Marmé geschilderten Bilde.

Starke Erwärmung beschleunigte also auch hier den Ablauf der Vergiftung; den entgegengesetzen Einfluss mässiger Erwärmung haben wir nicht untersucht.

VI. Quecksilber.

Nach dem Vorgange von Mering[1]) haben auch wir uns der Amidosäuren als Lösungsmittel des Quecksilbers bedient. Wir lösten eine abgewogene Menge rothes Quecksilberoxyd in heisser wässeriger Asparaginlösung auf und verdünnten diese auf ein passendes Volumen. Eine solche Lösung coagulirt Blutserum nicht und zeichnet sich vor dem Glykokollquecksilber durch eine grössere Haltbarkeit aus.

1) v. Mering, Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmak. XIII, 109. 1881.

Von den beobachteten Symptomen können wir übereinstimmend mit den Angaben aller übrigen Autoren die gastrischen Erscheinungen in den Vordergrund stellen und aus der starken Gastro-Enteritis den niedrigen Blutdruck und schliesslichen Tod erklären. Der folgende Versuch möge dies bestätigen.

Versuch mit zwei je drei Monate alten Kaninchen, denen stündlich 0,01 einer 1%-igen Asparagin-Quecksilber-Lösung subcutan gegeben wird.

Temperatur im Wärmekasten 32—36°.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieren.	Controlthieres.	kalten Thieres.
9.30	—	39,—	38,6	39,6
10.—	—	40,—	40,4	39,4
10.30	0,01	40,2	39,8	39,2
11.30	0,01	40,4	39,2	39,2
12.30	0,01	41,—	39,6	38,8
1.30	0,01	40,2	40,—	38,8
2.30	0,01	40,2	40,—	38,5
3.30	0,01	40,4	40,6	38,—
4.30	0,01	40,8 Ist unruhig.	41,—	37,8
5.15	0,01	41,— Speichelt.	41,—	36,8 Zuckt, Diarrhoe,
5.45	—	40,8	40,4	36,2 Krämpfe. Stirbt unter
6.15	—	40,4	41,—	Zuckungen. Herz schlägt post
6.45	—	40,4 Stirbt, früher Eintritt der Todtenstarre.	40,8	mortem ordentlich.

Eine mässige Erwärmung verzögert den Eintritt des Todes.

VII. Platin.

Nach den eingehenden Untersuchungen von Kebler[1]) aus dem Strassburger Laboratorium wirken leicht assimilirbare Platinverbindungen dem Quecksilber sehr ähnlich.

Auch hier handelt es sich im Wesentlichen um starke Reizerscheinungen des Darmtraktus, um ein mächtiges Herabsinken des Blutdrucks, um ein erhebliches Sinken der Temperatur.

Da gerade für Platin gleichwohl eine Herabsetzung der

1) Kebler, Archiv f. exper. Pathol. und Pharmak. IX, 139—141. 1878.

Oxydationsprocesse von Schmiedeberg und seiner Schule geleugnet wurde, ja speziell nach den Untersuchungen von Meyer und Williams[1]) eine Herabsetzung der Kohlensäurebildung unter dem Einflusse verschiedener Metalle, namentlich gerade für Platin als höchst unwahrscheinlich bezeichnet wird, so fassten wir den Entschluss, hier eine direkte Untersuchung der thierischen Verbrennungserscheinungen vorzunehmen.

In einem folgenden Abschnitte sollen die entsprechenden Resultate mitgetheilt werden. Hier nur Ein Versuch über den entsprechenden Einfluss der Wärme auf den Ablauf der Giftwirkung.

Versuch mit zwei je zwei Monat alten Kaninchen, denen stündlich 0,01 einer 1%-igen Chlorplatinchlornatrium-Lösung subcutan injicirt wird. Temperatur im Wärmekasten 40°.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des Controll-thieres.	Befinden des kalten Thieres.
2.—	0,01	38,9	39,4	39,2
3.	0,01	40,4	40,8	38,8
3.20	—	40,3 Stirbt unter Krämpfen	Bleibt	38,8
4.—	—	Herz schlägt noch 10 Mi-	nor-	37,4
4.20	—	nuten lang weiter.	mal	37,— Stirbt unter starken Krämpfen, sonst die gleichen Erscheinungen wie bei dem warmen Thiere.

Bei beiden findet man an den Injectionsstellen Infiltrationen, welche sich bei den fernern derartigen Versuchen ebenfalls zeigten. Das stark gewärmte Thier stirbt also vor dem bei gewöhnlicher Zimmertemperatur gehaltenen.

VIII. Coniin.

Im Laufe der eben beschriebenen Versuche wurden wir von Herrn Prof. Hitzig auf eine Stelle in Plato's Phädon[2]) über den Tod des Socrates aufmerksam gemacht, welche hier möglicherweise in einfachen Versuchen ihre Analogien finden durfte.

1) H. Meyer und F. Williams, Archiv f. exper. Path. u. Pharmak. XIII, 80–84. 1881.

2) Plato, Phädon, p. 63 D. u. E.

Socrates wurde von einem Wärter gewarnt, zu viel mit seinen Freunden zu sprechen, da sonst die einmalige Giftdosis nicht genügen würde.

Analog diesen gesteigerten psychischen Erregungen dürfte eine Temperatursteigerung des Thieres wirken, indem auch da die verschiedensten Gewebe des Körpers in einen Zustand höherer Erregbarkeit gerathen.

Wir vergiften also zwei gleiche Kaninchen mit gleichen Dosen Coniin, und es wird wiederum das eine bei Zimmertemperatur, das andere im stärker geheizten Wärmekasten gehalten.

Der Erfolg war vollständig übereinstimmend mit dem Verhalten bei andern Vergiftungen, es bleibt das kälter gehaltene Thier am Leben, während die im Ofen stark gewärmten Thiere unter den bekannten, zuerst von Kölliker[1]) näher studirten Symptomen einer curareartigen Vergiftung zu Grunde gingen.

Von unseren Versuchen sei nur ein Beispiel angeführt.

Versuch mit zwei je drei Monate alten Kaninchen. Jedem wird halbstündlich 0,005 gr einer 1% Coniinlösung subcutan injicirt.

Temperatur im Wärmekasten 40°.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des Controlthieres.	Befinden des kalten Thieres.
4.45	0,005	39,2	39,8	39,6
5.15	0,005	39,8	40,—	39,6
5.45	0,005	40,6	41,4	39,2
6.15	0,005	41,—	41,4	39,2
6.45	0,005	40,8	41,2	39,2
7.15	0,005	40,8	41,2	39,2
7.45	0,005	40,4	41,—	35,2
8.15	0,005	40,4	41,6	39,8
8.45	0,005	41,—	41,2	39,4
9.—	—	41,— Ist sehr matt, unempfindlich.	42,—	39,4
9.15	—	41,6 Ist selbst bei leisen Geräuschen sehr schreckhaft.	41,2	39,4
9.20	—	42,4 Stirbt. Ischiadicus nicht mehr reizbar bei starken Strömen, Phrenicus ganz schwach reizbar. Der Facialis stirbt zuletzt ab und sind an den Gesichtsmuskeln im Moment des Todes noch starke Erstickungskrämpfe vorhanden.	— Bleibt fortwährend munter	Ist noch munter, auch noch am andern Tage.

1) Kölliker, Virchow's Archiv, X. 1—78. 1856.

Fassen wir endlich sämmtliche Ergebnisse zusammen.

Entsprechend den verschiedenen Versuchsbedingungen haben wir jedenfalls die Wirkung von drei verschiedenen Temperaturen zu unterscheiden.

Durch alle diese Gifte wird die Körpertemperatur der Warmblüter erheblich herabgesetzt, und wird diese Herabsetzung der Temperatur in ihrer schädlichen Wirkung sich summiren mit der Wirkung des schädlichen Agens. Damit ist denn wohl klar, dass vergiftete Thiere, welche durch einen Aufenthalt in mässig erwärmtem Raume vor allzu starker Abkühlung geschützt werden, dadurch günstiger gestellt sind, desshalb eben die kalt gehaltenen Thiere überleben.

Anders dagegen ist die Wirkung der Gifte bei stärkerer Erwärmung; hier sehen wir constant gerade die gewärmten Thiere vorzeitiger sterben.

In einigen Fällen zwar hat, wie die Tabellen lehren, die Temperatur der gewärmten Giftthiere auch jene der gewärmten Controlthiere überschritten und man könnte in diesen Fällen wohl zweifellos an einen einfachen Tod durch zu hohe Wärme denken.

In den meisten andern Fällen dagegen erreicht die Temperatur des Giftthieres diejenige des Controlthieres keineswegs, und bleibt auf jeden Fall stets noch weit unter der Todestemperatur (44°)[1]) normaler Kaninchen zurück.

In allen diesen Fällen kann jedenfalls die Wärme allein nicht beschuldigt werden, und wird man hier vielmehr an eine günstigere Angriffsweise des Giftes unter dem Einflusse höherer Temperaturen denken müssen.

Zur Erklärung dieser die Giftwirkung begünstigenden Einflüsse lässt sich von vornherein zweierlei geltend machen.

Es können die gewärmten Gewebe der Warmblüter empfindlicher gegen die Giftwirkung sein, ähnlich wie es nach den erst jüngst mitgetheilten Versuchen des einen von uns (L.)[2]) die verschiedenen Gewebe der Kaltblüter sind (Herz, Flimmerzellen, centrales Nervensystem), aber man könnte auch an eine durch die Wärme beschleunigte Resorption des Giftes denken.

Die Haut gewärmter Thiere ist entsprechend der Wirkung

---

1) Cl. Bernard, Leçons sur la chaleur animale 360. 1876.

2) P. Grützner und B. Luchsinger, Physiolog. Studien, 40—47. 1882.

der Wärmeregulationsmechanismen stets sehr stark hyperämisch. Der Kreislauf in der Haut wird also entsprechend stark beschleunigt sein, und desshalb werden sich auch die Resorptionsbedingungen erheblich günstiger gestalten. Bei gleichen Dosen subcutaner Injection würde dem entsprechend das gewärmte Thier in der Zeiteinheit doch erheblich mehr Gift bekommen als das nicht gewärmte.

Es würden jedenfalls Versuche wünschenswerth, in denen diese Verschiedenheit in der Aufnahme des Giftes vermieden wäre.

Aus diesem Grunde haben wir mit einem Gifte wenigstens weitere Versuche angestellt, in diesen wurde das Gift stets direkt in die Blutbahn eingespritzt.

Versuche mit venöser Injection.

Zwei gleich grosse Kaninchen werden aufgebunden, das eine im Wärmekasten auf passende Temperatur erwärmt, das andere vor zu starker Abkühlung durch gewärmte Tücher geschützt. Die V. jugularis präparirt und eine Canüle eingeführt. Alle 5 Minuten je 0,01 gr einer 1%-igen Chloralhydratlösung eingespritzt.

Temperatur im Wärmekasten 40° C.

Versuch I.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des kalten Thieres.
4.25	0,01	41,—	38,4
4.30	0,01		
4.35	0,01		
4.40	0,01		
4.45	0,01	40,4	38,2
4.50	0,01		
4.55	0,01		
5.—	0,01		
5.20	0,01	40,2	38,—
5.25	0,01		
5.30	0,01		
5.35	0,01	40,—	38,—
5.40	0,01		
5.45	0,01		
5.50	0,01	40,4	37,8
5.55	0,01		
6.—	0,01		
6. 5	0,01		
6.10	0,01	40,6	37,6
6.15	0,01		
6.20	0,01		

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des kalten Thieres.
6.25	0,01		
6.30	0,01	41,—	37,4
6.35	0,01		
6.40	0,01		
6.45	0,01		
6.50	0,01		
6.55	0,01	41,6	38,—
7.—	0,01		
7. 5	0,01		
7.10	0,01		
7.15	0,01	41,—	37,8
7.20	0,01		
7.25	0,01		
7.30	0,01		37,4
7.35	0,01	41,—	
7.40	0,01		
7.45	0,01		37,—
7.50	0,01		
7.55	0,01		36,—
8.—	0,01	41,— Ist noch empfindlich. Versuch hier abgebrochen; Thier lebt am andern Tage noch.	35,8 Stirbt ohne Krämpfe.

Versuch II

wird gleich eingeleitet wie Versuch I, aber mit 5%-iger Chloralhydratlösung.

Zeit.	Quantum in gr.	Befinden des warmen Thieres.	Befinden des kalten Thieres.
3.25	0,01	40,8	38,—
3.30	0,01		
3.35	0,01		
3.40	0,01	40,6	37,6
3.45	0,01		
3.50	0,01		
3.55	0,01		
4.—	0,01	40,4 Das Thier thränt immer.	36,4
4. 5	0,01	Nach jeder Einspritzung	
4.10	0,01	steht die Athmung eine	
4.15	0,01	40,4 Zeit lang still; nachher	36,2
4.20	0,01	nehmen die Athemzüge	
4.25	0,01	40,4 wieder an Zahl zu, um bei	
4.30	0,01	40,4 der nächsten Einspritzung	
4.35	0,01	wieder zu sistiren.	36,—
4.40	0,01		
4.45	0,01	40,6 Versuch abgebrochen, das	
4.50	0,01	warme Thier bleibt am Leben.	35,8 Stirbt; Herz schlägt noch gut.

Das Ergebniss dieser Versuche war ein schlagendes. Merkwürdigerweise blieben hier gerade selbst die stark gewärmten Giftthiere stets am Leben.

Wenn also bei gleich starkem Eintritt des Giftes in die Blutbahn selbst die stark gewärmten Thiere die kalten überleben, so wird wohl zweifellos der raschere Tod der stark gewärmten, subcutan vergifteten Thiere ausschliesslich auf Verschiedenheiten in der Resorption zurückzuführen sein.

Wie ist dann aber der Widerspruch zwischen unsern letzten und den von Luchsinger angestellten Froschversuchen zu erklären?

In den Versuchen am Froschherzen und an Flimmerzellen (Luchsinger)[1]) waren die betreffenden Gewebe stets völlig und gleichmässig mit der schädlichen Flüssigkeit durchtränkt. In unsern jetzigen Versuchen am lebendem Warmblüter spielen aber noch die Bedingungen der Ausscheidung mit.

Es ist vielleicht keine zu gewagte Hypothese anzunehmen, dass beim Warmblüter auch die Ausscheidungsprocesse bei höherer Temperatur rascher ablaufen.

Weitere Versuche müssen über diese Frage genauern Aufschluss bringen.

In den vorhergehenden Versuchen war stets eine bedeutende Herabsetzung der Temperatur bemerkbar. Es lag nahe, an eine Herabsetzung der wärmebildenden Processe zu denken, waren ja doch gleichlaufend mit der Herabsetzung der Temperatur auch die Lebensfunctionen der verschiedensten Gewebe herabgesetzt, und werden damit entsprechend der erniedrigten Erregbarkeit und Lebensenergie doch wohl zweifellos auch die Stoffwechselvorgänge herabgesetzt sein.

In einer Versuchsreihe des Strassburger pharmakologischen Laboratoriums scheint in der That auf den ersten Blick die Ursache

1) Grützner und Luchsinger, Physiolog. Studien 40—47. 1882.

für dieses Sinken der Temperatur klar; denn es zeigte sich schon einige Stunden nach einer Vergiftung mit einigen Centigramm Platin[1]) die Kohlensäure des arteriellen Blutes auf ein Drittel der Normalen reducirt.

Aber gleichwohl wird gerade von diesen Forschern durchaus nicht auf eine Herabsetzung der Kohlensäurebildung geschlossen, sondern vielmehr diese geringe Menge von Kohlensäure auf eine Herabsetzung der kohlensauren Alkalien des Blutes, also auf eine toxische Säurebildung bezogen.

Diese Deutung der Strassburger Resultate schien uns immerhin gekünstelt genug[2]). Da auch in einer andern Arbeit desselben Institutes dann weiterhin der Einfluss einiger Gifte auf eine Veränderung der Kohlensäure-Produktion, wenn überhaupt vorhanden, sodann als äusserst unbedeutend hingestellt wird[3]), so beschlossen wir in direkten Versuchen die in bestimmten Zeiten gebildete Kohlensäure normaler und vergifteter Thiere zu bestimmen[4]).

Versuchsthiere waren kleine Kaninchen. Diese befanden sich circa $1^1/_2$ Stunden in einem dichtgeschlossenen Raume (in einem Plethysmographenarm). In genügender Weise wurde die Ventilation durch eine Wasserluftpumpe besorgt. Um die zutretende Luft von allfälliger Kohlensäure zu befreien, wurde sie durch Natronlauge geleitet, nachher zur Probe noch durch Barytwasser.

Die abtretende Luft gab vorerst an Schwefelsäure ihr Wasser, dann an eine Reihe mit Kalilauge gefüllter Liebig'scher Röhren ihre Kohlensäure ab; ein zum Schluss wieder eingeführtes Gefäss mit Barytwasser hatte Garantie für vollständige Absorption der Kohlensäure zu geben.

Wurden am Anfange und am Ende des Versuchs die Kaligefässe gewogen, so musste die Differenz der während dieser Zeit vom Thiere abgegebenen Menge Kohlensäure nahe entsprechen. Nicht ganz, weil eine jedenfalls kleine Menge Kohlensäure nicht

---

1) Meyer und Williams, Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmak. XIII, 80. 1881.

2) Ueber eine andere Deutung dieses Befundes vgl. Grützner und Luchsinger, Physiolog. Studien 54—59. 1883.

3) H. Meyer, Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmak. XIV, 333. 1881.

4) Vgl. auch Grützner u. Luchsinger, Physiolog. Studien 55. 1882.

berechnet werden kann, nämlich die, welche sich am Schlusse des Versuchs noch in den Leitungen befindet.

Die Thiere wurden mit Kupfer oder Platin[1]) vergiftet.

Versuch I.

Das Kaninchen besass anfangs eine Temperatur von 39,6° C., im Apparat war es abgekühlt auf 38° C., erwärmte sich dann rasch spontan auf 39° C. und wurde vergiftet mit 0,01 gr weinsaurem Kupferoxydnatron. Die Temperatur sank nun in $1^1/_2$ Stunden Versuchszeit auf 36,8° C.; dann wurde das Thier im Warmofen auf 39° C. gewärmt und nochmals 0,01 gr Kupfer injicirt. Respiration wiederum untersucht. Am Schlusse stand die Rectaltemperatur auf 38,8° C.

Anfangsgewicht der Kalikugeln 128,925
Nach $1^1/_2$ Stunden Respiration des Normalthieres 129,821

Vom Normalthier in $1^1/_2$ Stunden gelieferte CO_2 . **0,896.**
Nach $1^1/_2$ Stunden Respiration des vergifteten Thieres, Gewicht der Kalikugeln 130,273

Vom vergifteten Thier also in $1^1/_2$ Stunden CO^2 geliefert **0,452**
Nach weitern $1^1/_2$ Stunden Gewicht der Kalikugeln 130,540
Also vom stärker vergifteten Thier CO^2 in $1^1/_2$ Stunden geliefert . . . . **0,267.**

Also selbst von einem schwach vergifteten Thier wird schon kurz nach der Vergiftung kaum die Hälfte der normal gebildeten CO^2 geliefert, und sinkt im weitern Verlauf diese Menge selbst unter 30% herab.

In dem eben mitgetheilten Versuche sank die Temperatur zwar schon normal, noch wesentlich mehr aber unter der Kupferwirkung. Das Sinken der Körpertemperatur dürfte allein schon ein Sinken der Kohlensäureproduktion involviren. Wir haben desshalb in andern Versuchen die Thiere gewärmt, indem wir den Plethysmographenarm in Wasser von 40—45° C. versenkten. Zeigte nun das normale Thier 40,5—41° C. am Schlusse eines Versuches, so nahmen wir nach der Vergiftung die Temperatur des Bades stets noch höher, nicht nur, um die raschere Abkühlung zu hindern, sondern um absichtlich das Thier noch stärker zu erwärmen wie zuvor. Ist ja gerade durch die schönen Untersuchungen von Pflüger zur Evidenz dargethan, dass die thierische Oxydation mit Steige-

1) Grützner und Luchsinger, Physiolog. Studien, 55—58. 1882.

rung der Temperatur sogar rasch ansteigt, und konnte also eine höhere Temperatur des vergifteten Thieres jetzt höchstens die Wirkungen des Giftes verkleinern.

Versuch II.

Kaninchen. Anfangstemperatur 39,6° C., verweilt im gewärmten Respirationsapparate 1 Stunde, zeigt eine Endtemperatur von 40,7° C. Es wird dann mit 0,01 gr Cu vergiftet; Anfangstemperatur beim Giftthiere 39,2° C.; im stärker gewärmten Rohre wieder zu Messungen der Respiration verwendet. Es zeigt nach einer Stunde, bei schwacher Vergiftung, eine Temperatur von 41,2° C.; nochmals 0,01 gr Kupfer injicirt, Respiration wieder untersucht; am Schlusse nach 1 Stunde Versuchszeit Rectaltemperatur auf 42° C.

Anfangsgewicht der Kalikugeln	123,170
Nach 1 Stunde Respiration des Normalthieres	123,847
Vom Normalthier in 1 Stunde CO^2 gebildet	**0,677**
Nach 1 Stunde Respiration des vergifteten Thieres, Gewicht der Kalikugeln	124,427
Vom vergifteten gewärmten Thiere in 1 Stunde also CO^2 geliefert	**0,380**
Nach einer weitern Stunde Gewicht der Kalikugeln . . .	124,676
Also vom stärker vergifteten gewärmten Thier CO^2 in 1 Stunde geliefert	**0,246.**

Versuch III.

Kaninchen. Anfangstemperatur 39,2° C., verweilt im gewärmten Apparat 1 Stunde und zeigt eine Endtemperatur von 41,4° C.

Es wird dann mit 0,02 gr Chlorplatinchlornatrium vergiftet; Anfangstemperatur beim Giftthiere 40° C., im stärker gewärmten Rohre wieder zur Messung der Respiration verwendet. Es zeigt am Schlusse der Beobachtung nach einer Stunde eine Temperatur von 41,6° C.

Anfangsgewicht der Kalikugeln	116,617
Nach 1 Stunde Respiration des Normalthieres	117,202
Vom Normalthier in 1 Stunde CO^2 gebildet	**0,585**
Nach 1 Stunde Respiration des vergifteten Thieres, Gewicht der Kalikugeln	117,480
Vom vergifteten Thier in 1 Stunde also CO^2 geliefert	**0,278.**

Also trotz der höhern Temperatur seiner Gewebe hat ein Kaninchen unter dem Einfluss von Kupfer und Platin enorm viel weniger CO_2 geliefert wie normal.

In unsern Versuchen wurde also zweifellos unter dem Einflusse der Gifte, trotz höherer Temperatur, die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure ganz erheblich herabgesetzt, und wird man im Zusammenhange mit der gleichzeitig gesunkenen Lebensenergie nun doch zweifellos nicht nur an eine geringere Ausscheidung von Kohlensäure, sondern auch an eine geringere Production von solcher denken müssen. Wäre nur die Ausscheidung und nicht die Bildung von Kohlensäure herabgesetzt, so müsste sich weiter eine erhebliche Anstauung von Kohlensäure im Blute finden, was ja nach Meyer durchaus nicht der Fall ist. Es werden wohl entsprechend der geringern Bildung von Kohlensäure auch die Verbrennungsprocesse der vergifteten Thiere geringer sein. Freilich werden wir, eingedenk der schönen Untersuchungen aus dem Bonner Laboratorium, definitive Erkenntniss über die thierische Oxydation und ihre Schwankungen erst durch Bestimmung des Sauerstoffsverbrauchs gewinnen können.

Aus Mangel an geeigneten Apparaten und Räumlichkeiten war es uns leider bisher versagt, diese abschliessenden Versuche durchzuführen, um so bereitwilliger aber gingen wir auf einen Vorschlag des Herrn Prof. v. Nencki ein, der uns ein verhältnissmässig einfaches Mittel an die Hand gab, die Höhe der Oxydationsprocesse im thierischen Körper zu schätzen.

Herr Prof. v. Nencki fand, dass normale Kaninchen subcutan eingespritztes Benzol verhältnissmässig leicht oxydiren und als Phenol mit dem Harne entleeren, dass dagegen mit Phosphor vergiftete Thiere beinahe gar kein Phenol im Harne ausscheiden, also auch gar kein Benzol verbrennen.

Der Phenolharn wurde mit Schwefelsäure erhitzt und destillirt, das Destillat mit Bromwasser versetzt und das so gebildete Tribromphenol bestimmt.

Aehnlich wie Phosphor schienen uns auch die besagten Metallsalze zu wirken, und schritten wir entsprechend zu einigen Versuchen.

Indem wir auch an dieser Stelle Herrn Prof. v. Nencki für seinen Rath und seine Beihülfe bei den ersten Experimenten unsern

besten Dank aussprechen, bringen wir im Folgenden eine kurze Beschreibung der Versuche.

Die Versuchsthiere waren grosse männliche Kaninchen. Sie wurden mit Rüben und Brod, zeitweise mit etwas Heu gefüttert.

Es wurde jeweilen das gleiche Thier zu einem Normalversuch, Benzolversuch und Giftbenzolversuch verwendet. Die Ausdrücke Normalthier, Benzolthier, Giftbenzolthier mögen diese verschiedenen Zustände bezeichnen.

Täglich wurden die Thiere dreimal catheterisirt. In der Zwischenzeit, damit kein Harn verloren gehe, setzten wir sie in ein Gefäss auf ein Drahtnetz. Nach Bestimmung der täglichen Harnmenge wurden je nach Vorrath 100 ccm Harn mit 10 ccm Schwefelsäure versetzt und destillirt, wozu wir den Liebig'schen Kühler benutzten.

Der Harn der normalen Thiere brauchte nur einmal destillirt zu werden, um sämmtliches Phenol zu erhalten; der Harn der Benzolthiere und Giftbenzolthiere aber wurde der Genauigkeit halber immer zweimal destillirt.

Die Destillate wurden mit Bromwasser versetzt, der gebildete Niederschlag von Tribromphenol bestimmt.

Versuch I.

Normales Kaninchen.

Tägliche Harnmenge 150 ccm. Destillirt werden 100 ccm.

Gewicht des trockenen leeren Filters	21,507
Gewicht des Tribromphenolfilters	21,538
Das Normalthier gibt in 100 ccm Harn Tribromphenol	**0,031.**

Kaninchen wird catheterisirt, nachher wird ihm subcutan 0,01 Benzol injicirt; tägliche Harnmenge 200 ccm. Davon 100 ccm destillirt.

Gewicht des trockenen leeren Filters	31,616
Gewicht des Tribromphenolfilters	32,006
Das Benzolthier gibt in 100 ccm Harn Tribromphenol	**0,390.**

Dem gleichen Thiere werden nun halbstündlich je 0,005 gr Cu einer 2 %-igen weinsauren Kupferoxydnatronlösung subcutan injicirt. $1^1/_2$ Stunden nach der ersten Injection wird catheterisirt und nachher 0,01 gr Benzol subcutan eingespritzt. Nachdem das Thier in grossen Zwischenräumen 0,03 gr Cu im ganzen erhalten hatte, ging es nach

24 Stunden zu Grunde. Die tägliche Harnmenge beträgt 85 ccm, welche destillirt werden.

Gewicht des trockenen leeren Filters 23,840
Gewicht des Tribromphenolfilters 24,065

Das Giftbenzolthier hat also in 85 ccm Harn Tribromphenol ausgeschieden 0,225
Also wären in 100 ccm Harn . . . . **0,260.**

Versuch II.

Normales Kaninchen.

Tägliche Harnmenge 280 ccm, wovon 100 ccm destillirt werden.

Gewicht des trockenen leeren Filters 21,315
Gewicht des Tribromphenolfilters 21,342

Beim Normalthier ist in 100 cm Harn Tribromphenol enthalten **0,087**

Kaninchen wird catheterisirt, nachher wird ihm 0,01 Benzol subcutan eingespritzt; tägliche Harnmenge 150 ccm; davon 100 cm destillirt.

Gewicht des trockenen leeren Filters 23,834
Gewicht des Tribromphenolfilters 24,205

In 100 ccm Harn des Benzolthieres findet sich Tribromphenol . . . . **0,871.**

Diesem Thiere wird um 9, 10 und 11 Uhr je 0,01 gr Cu einer 2%-igen Lösung von weinsaurem Kupferoxydnatron subcutan injicirt. Um 12 Uhr wird es catheterisirt. Temperatur 39° C. Nachher wird ihm 0,01 gr Benzol eingespritzt. Harnmenge während 24 Stunden 45 ccm; diese werden destillirt.

Gewicht des trockenen leeren Filters 31,645
Gewicht des Tribromphenolfilters 31,653

Das Giftbenzolthier hat also während 24 Stunden in 45 ccm Harn Tribromphenol ausgeschieden **0,008**
Also wären in 100 ccm Harn Tribromphenol enthalten **0,048.**

Es soll hier noch kurz dem Resultate der übrigen Versuche, welche ganz gleich angestellt worden sind, Erwähnung gethan werden.

Versuch III.

Normales Kaninchen.

Tägliche Harnmenge 300 ccm, wovon 100 ccm destillirt.

100 ccm Harn des Normalthieres geben Tribromphenol **0,007.**

Tägliche Harnmenge beim Benzolthier 160 ccm, wovon 100 ccm destillirt.

100 ccm Harn des Benzolthieres geben Tribromphenol **0,185.**

Tägliche Harnmenge nach Vergiftung mit Kupfer 36 ccm.

Darin sind enthalten Tribromphenol . . . . 0,027.

In 100 ccm Harn des Giftbenzolthieres wären also Tribromphenol . . . . **0,075.**

Annähernd gleich war das Verhältniss bei denjenigen Thieren, welche mit Platin vergiftet wurden; hier von vielen nur ein Versuch.

Versuch IV.

Normales Kaninchen.

Tägliche Harnmenge 300 ccm, wovon 100 ccm destillirt werden.

Gewicht des trockenen leeren Filters 21,615

Gewicht des Tribromphenolfilters 21,643

Beim Normalthier ist also in 100 ccm Harn Tribromphenol enthalten . . . . **0,028.**

Das gleiche Kaninchen wird catheterisirt, nachher wird ihm subcutan 0,01 Benzol eingespritzt. Tägliche Harnmenge 270 ccm, wovon 100 ccm Harn destillirt werden.

Gewicht des trockenen leeren Filters 21,494

Gewicht des Tribromphenolfilters 22,004

100 ccm Harn des Benzolthieres enthalten also Tribromphenol . . . . **0,510.**

Diesem Thiere werden nun stündlich 0,01 einer 1 % Platinchloridlösung[1]) subcutan injicirt. Nach 4 Stunden wird catheterisirt und nachher 0,01 Benzol subcutan injicirt. Im Laufe des Tages bekommt das Kaninchen noch 0,05 Platin. Tägliche Harnmenge 115 ccm, wovon 100 ccm Harn destillirt werden.

---

1) Aus Versehen wurde hier anstatt der Eiweisskörper nicht coagulirenden Verbindung Chlorplatinchlornatrium einfach Platinchlorid angewendet: desshalb die enorm viel geringere Giftigkeit.

Gewicht des trockenen leeren Filters 23,897
Gewicht des Tribromphenolfilters 24,251

Das Giftbenzolthier hat also in 24 Stunden in 100 ccm Harn Tribromphenol ausgeschieden . . . . **0,854.**

Dieses letzte Thier wurde nun mit der gleichen Platinlösung nochmals vergiftet, bekam aber stündlich 0,02 gr. Nach 4 Stunden wird catheterisirt und nachher 0,01 Benzol subcutan injicirt. Im Laufe des Tages bekommt das Kaninchen noch 0,1 gr. Platin. Das Thier lebt am andern Morgen noch und wird catheterisirt. Tägliche Harnmenge 14 ccm; diese werden destillirt.

Gewicht des trockenen leeren Filters 31,729
Gewicht des Tribromphenolfilters 31,751

Das stärker vergiftete Giftbenzolthier hat also in 24 Stunden in 14 ccm Harn Tribromphenol ausgeschieden . . . . 0,022.

In 100 ccm Harn des stärker vergifteten Thieres würde Tribromphenol sein . . . . **0,157.**

Dieses Versuchsthier erholt sich wieder im Laufe des Tages.

So sehen wir denn auch aus diesen Versuchen, dass das Oxydationsvermögen des Organismus unter dem Einfluss unserer Metallgifte enorm herabgesetzt ist.

Entsprechend der Herabsetzung der chemischen Umwandlungen sind eben auch die wärmebildenden Processe herabgesetzt, und so finden wir denn die Abnahme der Lebensenergie der verschiedenen Gewebe im schönsten Zusammenhange mit der Abnahme der chemischen und physikalischen Leistungen des Organismus.

Nachschrift.

Nachdem vorstehende Arbeit abgeschlossen war, erschien eine Abhandlung von H. Meyer[1]), welche im Wesentlichen sich bemühte, die bisherige Hypothese einer toxischen Säurebildung experimentell zu beweisen.

---

1) H. Meyer, Studien über die Alkalescenz des Blutes. Archiv f. experimentelle Pathologie u. Pharmakologie. XVII, 304—328. 1883.

Wenn diese Versuche denn auch in der That im Blute verschiedenartig vergifteter Thiere Milchsäure nachweisen, so dürften diese kleinen Mengen organischer Säure immerhin von mehr untergeordnetem Werthe sein. Die Hauptsache wird der Nachweis einer enormen Herabsetzung des Oxydationsprocesses bleiben. Die so starke Herabsetzung der Kohlensäurebildung spricht deutlich in diesem Sinne.

Die herabgesetzte Oxydationskraft des Organismus aber wird sich auch auf andere Weise geltend machen, indem andere leicht verbrennbare Substanzen unter toxischen Einflüssen nicht mehr verbrennen — so verbrennt Benzol nicht mehr zu Phenol — und in gleicher Weise wird die in den verschiedensten Geweben immer wieder gebildete Milchsäure nicht mehr vollständig zu Kohlensäure und Wasser oxydirt und wird sich dem entsprechend im Blute und in den Geweben anhäufen müssen.

Aus einem Schreiben an den Herausgeber, betreffend die willkürliche Acceleration der Herzschläge.

Von

J. R. Tarchanoff
in St. Peterburg.

„Es war mir sehr angenehm zu erfahren, dass meine Arbeit über die willkürliche Acceleration des Herzens beim Menschen Sie lebhaft interessirt hat. Diese eigenthümliche Fähigkeit ist in der That merkwürdig; aber unglücklicherweise ist sie für die mit dieser begabten Personen sehr gefährlich, wie ich mich leider bei Hrn. Dr. Schlesinger überzeugen musste. Er konnte ja willkürlich die Schlagzahl verdoppeln. Jetzt aber leidet er an so heftigem Herzklopfen, dass er nicht mehr ruhig schlafen kann. Da ich fürchte, dass die von mir mit Dr. S. angestellten Versuche eine Ursache dieses üblen Effectes sein könnten, möchte ich andere Forscher bitten, bei etwaigen Wiederholungen meiner Erfahrungen doch die äusserste Vorsicht anzuwenden."

(Aus dem physiologischen Institut zu Bonn)

Beiträge zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffes im Harn.

Von

Dr. med. **Karl Bohland,**
Assistent am physiologischen Institut.

Als Liebig vor 31 Jahren eine Methode der Titration des Harnstoffes mit salpetersaurem Quecksilberoxyd angegeben hatte, glaubte man, dieselbe zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes im Harne anwenden, und damit die Untersuchungen über die Physiologie des Stoffwechsels ausserordentlich erleichtern zu können.

Die Genauigkeit dieser Methode, besonders bei ihrer Anwendung zur Untersuchung des Harnes, wurde in der Folge vielfach geprüft, und die erhaltenen Resultate weichen erheblich aus einander. Die Controle ist fast in allen Fällen durch eine direkte Stickstoffbestimmung des Harnes nach Will-Varrentrapp geübt worden.

Parkes[1]) theilt uns in einer Arbeit, betitelt: „On the Elimination of Nitrogen by the kidneys and Intestines during Rest and Exercise, on a Diet without Nitrogen", eine grössere Anzahl von Analysen mit, in welchen er den Harnstoff nach Liebig titrirt und den Stickstoff durch die Natronkalkmethode bestimmt hat. Analysirt wurde der Harn von 2 Männern, die bei abwechselnder Ruhe und Arbeit entweder eine gemischte oder eine stickstofffreie Kost erhalten hatten. In allen Fällen fand Parkes durch die Harnstofftitration weniger Stickstoff als durch die direkte Bestimmung nach Will-Varrentrapp. Die Differenzen zwischen den beiden Methoden schwanken von 4—14 %. Bei stickstofffreier Nahrung und Ruhe ergab die Titration 4 und 11,5 % Stickstoff zu wenig;

---

1) Proceedings of the royal Society of London, Vol. XV.

bei gleicher Nahrung und Arbeit war der aus dem tritirten Harnstoff berechnete Stickstoffgehalt um 10,7 und 14 % zu gering. Wurde den Männern eine gemischte Kost gereicht, so handelte es sich um geringere Differenzen, die von 4,0 bis zu 9,8 % steigen.

In einer späteren Arbeit „über die Wirkung des Alkohols auf die Ernährung haben Parkes und Wollowicz[1]) abermals den Harn eines jungen Mannes, der eine gemischte Kost erhalten, der Analyse unterworfen und den Stickstoffgehalt des Harnes sowohl durch die Titration nach Liebig als durch die Natronkalkmethode bestimmt. Aus einer Reihe von 26 Analysen stimmten 8 mal die Resultate aus der Titration und der Verbrennung gut überein und 9 mal wurde durch die Titration zu viel, und in ebenso vielen Fällen zu wenig Stickstoff gefunden. Im ersteren Falle steigen die Differenzen von 1,2 bis 12 %, in der Mehrzahl aber liegt der Fehler zwischen 3 und 6 %; im zweiten Falle differiren die Resultate um 1,1 bis 10 % und auch hier liegen die meisten Differenzen zwischen 3 und 6 %. Die Verfasser stellen die Analysen nach ihren mehrtägigen Versuchsperioden zusammen und finden so im Mittel und für die einzelnen Perioden durch die Titration zu wenig Stickstoff, während die Gesammtbetrachtung der Resultate erkennen lässt, dass die Titration ein Plus an Stickstoff ergeben hat.

Eine Beschreibung der Titrationsmethode wird in den beiden Arbeiten nicht gegeben; Parkes sagt nur, dass er den Harnstoff nach Liebig titrirt.

Schon vor der ersten Arbeit Parkes' hatten Fick und Wislicenus eine Reihe von Controlanalysen, die unter den gleichen Bedingungen wie die von Parkes ausgeführt waren, veröffentlicht. Die Resultate liegen mir leider nicht in der Originalmittheilung vor, und ich muss dieselben dem Lehrbuche von Neubauer-Vogel[2]) entnehmen, wonach Fick und Wislicenus 82,2—100 % des vorhandenen Stickstoffes durch die Titrirung gefunden haben.

Um dieselbe Zeit wie Parkes und Wollowicz hat S. Schenk[3]) die Liebig'sche Titrirmethode einer Prüfung unterworfen und die Controle durch die Verbrennung nach Will-Varrentrapp

1) Chemisches Centralblatt 1870, p. 622.

2) Neubauer-Vogel, Analyse des Harnes, p. 282.

3) Chemisches Centralblatt 1870, p. 15.

und in 3 Fällen auch nach Dumas geübt. Bei 8 Analysen stimmte nur einmal die Titration mit der Verbrennung überein, 4 mal wurde durch die Titration zu viel Stickstoff gefunden (5,6—9,4%) und in 3 Fällen weniger Stickstoff als durch die Verbrennung; die Resultate differiren um 12,3, 16,4 und 18%. Die Verbrennung nach Dumas ergab zweimal höhere Werthe und einmal einen kleineren Werth als die Natronkalkmethode. Schenk schliesst aus seinen Versuchen, bei denen immer Menschenharn analysirt wurde, dass die Liebig'sche Titrationsmethode unbrauchbar sei. Auch Schenk gibt keine ausführlicheren Mittheilungen über die Ausführung der Titration.

Die grösste Zahl von Controlanalysen hat Voit ausgeführt und einen Theil derselben in einer Abhandlung „über die Gesetze der Zersetzungen der stickstoffhaltigen Stoffe im Thierkörper"[1]) veröffentlicht. Zur Analyse wurde der Harn eines Hundes verwendet, der abwechselnd mit reinem Fleisch und einem Gemenge von Fleisch, Fett und Leim gefüttert worden war. In 2 Fällen kam der Harn des hungernden Hundes zur Verwendung. Voit fand in 3 Analysen und zwar nach reiner Fleischkost durch die Titration 0,8—4,5% Stickstoff mehr als faktisch vorhanden war, in den 12 übrigen Fällen ergab die Titration immer zu wenig Stickstoff (0,8—5,6%). In einer weiteren Versuchsreihe ermittelte Voit[2]), bei denselben Bedingungen, durch die Titration constant einen geringeren Stickstoffgehalt als durch die direkte Stickstoffbestimmung. Die Differenzen schwanken von 0,8—5,1%. Fünfmal hat Voit[3]) auch den Menschenharn analysirt und in 3 Analysen durch die Titration mehr Stickstoff gefunden, als durch die Verbrennung zu ermitteln war. Die Resultate differiren um 1,5, 2,2 und 6,9%. In den beiden anderen Analysen, zu denen der Harn eines an Arthritis Leidenden verwendet worden war, ist der aus dem titrirten Harnstoff berechnete Stickstoffgehalt um 1,6 resp. 1,7% zu niedrig.

Eine spätere Arbeit, „Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen", die von Pettenkofer und Voit[4]) veröffentlicht ist, enthält eine grosse Reihe von Controlanalysen. Der

---

1) Zeitschrift für Biologie Band I, p. 118.
2) l. c. p. 119.
3) l. c. p. 130.
4) Zeitschrift für Biologie Band II, p. 469.

Stickstoffgehalt im Harne eines kräftigen Arbeiters, der eine gemischte Kost erhielt, wurde in 17 Analysen sowohl durch die Titration als die Natronkalkmethode bestimmt. In 7 Analysen wurde durch die Titrirmethode zu wenig und in 9 Analysen zu viel Stickstoff gefunden; nur in einem Falle ist die Differenz kleiner als 1 %, in den übrigen variirt sie zwischen 1 und 8 %.

Ein Vergleich der beiden Gesammtsummen aller Analysen ergibt, dass durch die Titration ein geringes Plus an Stickstoff erhalten worden ist. Voit sagt desshalb: „Man ist vollständig berechtigt aus dem durch die Liebig'sche Titrirmethode bestimmten Harnstoff auch beim Menschenharn den Stickstoffgehalt desselben zu berechnen.“

Voit erwähnt bei der Beschreibung der Harnstofftitration nirgends, dass er die Mischung von Harnstoff- und Quecksilberlösung vor Entnahme des Probetüpfels neutralisirt hat.

Max Gruber[1]), Voits Schüler, vergleicht in einem Aufsatz „Untersuchungen über die Ausscheidungswege des Stickstoffes aus dem thierischen Organismus“ die beiden Methoden der Stickstoffbestimmung nach Will-Varrentrapp und nach Dumas. Gruber erhielt eine völlige Uebereinstimmung beider Methoden. In demselben Aufsatz theilt Gruber eine Reihe von Harn-Analysen mit, worin er die Harnstofftitration durch die beiden Methoden der direkten Stickstoffbestimmung controlirt. In 10 Analysen fand Gruber immer durch die Titration weniger Stickstoff als durch die Verbrennung nach Will; die Differenzen variiren von 0,7—4,1 %. In weiteren 10 Analysen erhielt er durch die Titration einen um 0,7—3,4 % zu grossen Stickstoffgehalt und nur in zwei Fällen 0,7 resp. 2,4 % Stickstoff weniger als durch die Verbrennung, die in diesen 12 Analysen nach Dumas ausgeführt worden war. In der ganzen Versuchsreihe ist der Harn eines Hundes, der mit reinem Fleische gefüttert worden war, zur Untersuchung verwendet worden. Gruber hat den Harnstoff nicht nach dem alten Liebig'schen Verfahren ohne Neutralisation, sondern nach dem, erst seit 1870 in München eingeführten Verfahren mit Neutralisation der, bei der Verbindung des Harnstoffes mit dem Quecksilbersalze entstehenden, freien Säure bestimmt. Ein zweiter Aufsatz Grubers[2]) enthält

1) Zeitschrift für Biologie Band 16.

2) Zeitschrift für Biologie Band 17.

die Resultate aus Titrationen nach Liebig, Hoppe-Seyler und Pflüger. Die beiden letzteren Methoden unterscheiden sich, nachdem Gruber diese ganz unbedeutende Modification des Pflüger'schen Verfahrens die Hoppe-Seyler'sche genannt hat, nur dadurch, dass die Concentration der zum Neutralisiren verwendeten Sodalösung eine verschiedene ist. Ich bemerke, dass ich nur der Kürze halber von einer Hoppe-Seyler'schen Methode spreche und protestire ausdrücklich gegen die Behauptung Gruber's, dass es vor dem Erscheinen der Pflüger'schen Abhandlung ein stetiges Verfahren der Harnstofftitration von Hoppe-Seyler gegeben habe. In der Ausgabe seines Handbuches der zoochemischen Analyse von 1875 sagt Hoppe-Seyler deutlich, dass er wiederholt neutralisirt. Gruber erhielt nach der Methode von Hoppe-Seyler, die er für die beste hält, bald mehr, bald weniger Stickstoff als durch Verbrennung. In 3 Analysen ergab die Pflüger'sche Methode bessere, und in 7 Fällen schlechtere Werthe als die von Hoppe-Seyler. Fast immer hat die erstere Methode höhere Werthe als letztere geliefert. Als Material zu diesen Untersuchungen war der Harn eines Hundes benutzt worden, der seit längerer Zeit mit Fleisch oder Fleisch und Fett gefüttert worden war. Vergleicht man die Resultate der Titration nach der Methode von Hoppe-Seyler, die Gruber für die genaueste erklärt, mit den Resultaten der Verbrennung, so findet man, dass nur in 5 Fällen die Differenzen kleiner sind als 1 %, in 2 Fällen grösser als 1 % und zwar steigend von 1,2—1,9 %; in den beiden übrigen Fällen weichen die Resultate noch mehr aus einander, nämlich um 4,7 und 5,4 %. Nach dem Liebig'schen Verfahren ohne Neutralisation fand Gruber mehr Stickstoff als nach Hoppe-Seyler.

Ueber den Menschenharn sagt Gruber nur, dass hierbei die Titrirmethode seit langer Zeit nicht mehr im Voit'schen Laboratorium in Anwendung komme.

Vor der ersten hierher gehörigen Arbeit Grubers war die Abhandlung Pflüger's „über die quantitative Bestimmung des Harnstoffes[1]) erschienen, worin derselbe gezeigt hat, dass das Liebig'sche Verfahren der Titration ohne Neutralisation und das Verfahren mit alternirender Neutralisation ungenaue und im Allgemeinen zu kleine Werthe gibt. Pflüger hat ferner bewiesen, dass das

1) Dies Archiv Bd. XXI, p. 248.

von ihm ermittelte Verfahren der stetigen Neutralisation bei reinen Harnstofflösungen absolut genaue Werthe liefert. Aus allen angegebenen Thatsachen erhellt die von Pflüger bereits hervorgehobene Nothwendigkeit, neue „Untersuchungen anzustellen, welche eine Vergleichung des durch Verbrennung des Harns ermittelten Stickstoffgehaltes mit dem aus dem richtig titrirten Harnstoff berechneten ermöglichen. Da durch Quecksilbernitrat ausser dem Harnstoff noch sehr viele andere, wenn auch in geringer Menge vorhandene Körper gefällt werden, so ist jetzt eine derartige vergleichende Untersuchung ein geradezu dringendes Bedürfniss"[1]).

Diese Aufgabe soll nun in dem Folgenden gelöst werden.

Es wurde zu dem Zwecke eine Reihe von vergleichenden Bestimmungen gemacht, d. h. der Harnstoff nach Pflüger titrirt und gleichzeitig der Stickstoffgehalt nach Dumas und zum Theil nach Will-Varrentrapp bestimmt.

Bevor ich meine Resultate mittheile, möchte ich eine kurze Beschreibung der Ausführung der Methoden geben.

Zur Verbrennung nach Dumas wurden Verbrennungsröhren von 97 cm Länge benutzt, die an einem Ende zugeschmolzen und in folgender Weise beschickt waren: Auf die hinterste 20 cm lange Schicht reinen doppelt kohlensauren Natrons folgte ein 5 cm lange Schicht gepulverten Kupferoxydes; dann kam der Harn vertheilt in eine 40 cm lange Schicht eines Gemenges von gepulvertem Kupferoxyd und doppelt chromsaurem Kali. Nun folgte eine 10 cm lange Schicht gekörnten Kupferoxydes und darauf eine 15 cm lange Schicht gekörnten Kupfers, zuletzt noch einmal 5 cm gekörntes Kupferoxyd, auf welches ein Asbestpfropf gesetzt wurde.

Durch Erhitzen eines Theiles des doppelt kohlensauren Natrons konnte nach $^3/_4$—1 Stunde die Luft fast völlig entfernt werden. Bei blinden Verbrennungen mit Zucker fand ich, nachdem so lange Kohlensäure entwickelt war, am Schlusse der Verbrennung eine Luftblase, die in ihrer Grösse etwa 2—3 Zehntel eines Cubikcentimeters entsprach. Nach dem Vorgange von Günther wurde in der Analyse Nro. 1 und 22—63 dem Kupferoxyd frisch geschmolzenes doppelt chromsaures Kali beigemischt und es ist dieses Verfahren sehr zu empfehlen. Immer fand ich nach diesem Ver-

1) Pflüger, Kritische und experimentelle Beiträge etc. Dies Archiv Bd. 23, p. 160.

fahren mehr Stickstoff als mit Kupferoxyd allein. Die Verbrennung geht sehr leicht und ausserordentlich regelmässig von Statten. Starkes Erhitzen der Röhre ist nicht nöthig, und trotzdem ist die Oxydation eine völlige. Bei schwer verbrennbaren Substanzen, wie Hippursäure, konnte ich nur mit diesem Gemenge zu richtigen Resultaten gelangen, wenn anders ich nicht sehr geringe Mengen der Substanz verbrannte. Günther empfiehlt gleiche Theile der beiden Reagentien mit einander zu mengen, allein mit der Hälfte des doppelt chromsauren Kalis gelangt man immer zum Ziele. Das Kupfer muss immer gut glühend erhalten werden, damit keine Oxyde des Stickstoffes entweichen. Das metallische Kupfer ist durch Reduction von körnigem Kupferoxyd erhalten und dann im CO_2-Strome ausgeglüht worden. Eine Rinne in der Röhre wurde nicht geklopft, da die Verbrennung auch ohne diese sehr regelmässig geht und die Luft sich besser austreiben lässt. Auch scheint es gerade bei Anwendung des doppelt chromsauren Kali gefährlich eine breitere Strasse herzustellen, da dann leicht Oxyde des Stickstoffes entweichen können. Die ganze Verbrennung dauerte $2^1/_2$—3 Stunden.

Anfangs war versucht worden, den Harn, nachdem er von Kupferoxyd aufgesaugt war, feucht zu verbrennen; allein es wurden hierbei immer zu niedrige Werthe gefunden, wie es bei dem künstlichen Harn leicht constatirt werden konnte. Desshalb habe ich 5 oder auch 8 ccm Harn aus einer Bürette in ein Hofmeister'sches Schälchen abgemessen, wo er mit geglühtem Gyps gemischt und dann unter der Luftpumpe eingetrocknet wurde. Geringer Wassergehalt beeinflusst das Resultat nicht, da eine bis zum constanten Gewicht getrocknete Portion kein anderes Resultat lieferte, als die weniger gut getrocknete.

In kühleren Jahreszeiten (bis + 18° C.) fand beim Trocknen kein Ammoniakverlust statt, was häufiger controlirt wurde. In heissen Tagen dagegen muss man soviel Oxalsäure oder Salzsäure zusetzen, dass alles Ammoniak, das entstehen kann, gebunden wird.

Zum Auffangen des Gases wurde ein Städel'scher Apparat benutzt. Er ist ähnlich wie das Azotometer von Zulkowsky construirt. Jedoch ist keiner der beiden Glascylinder calibrirt. An den einen, mit dem Verbrennungsrohr verbundenen Cylinder ist oben ein Glashahn angeschmolzen, und daran ein 4—5 cm langes Rohr angesetzt, auf welches ein Gummistopfen so geschoben wird,

dass das obere Ende des Rohres noch 1—1½ cm hervorragt. Auf den Stopfen wird eine Glasschale gesetzt und über das Ende des Glasrohres ein Eudiometer gestülpt. Nach der Verbrennung wird das Gas durch Heben des Füllrohres und Oeffnen des Hahnes in das Eudiometer übergeführt. Gefüllt wird der Apparat, Schale und Eudiometer mit Kalilauge von dem specif. Gewicht 1,359, also dem zehnten Theil des spec. Gewichts des Quecksilbers. Die Tension dieser Lauge wurde von Pflüger zu 42,2 % von der des Wassers bestimmt.

Durch Anwendung dieses Apparates und dieser Lauge verhindert man jede Absorption von Stickstoff, die bei Aufbewahrung desselben über Wasser doch immer stattfindet. Ferner wird das Umfüllen des Eudiometers, und damit das Gemenge von Wasser und Kalilauge, dessen Tension nicht genau bekannt ist, vermieden. Endlich kann man bei der Ablesung den Niveauabstand zwischen der Kalilauge im Eudiometer und in der Schale leicht auf die entsprechende Quecksilbersäule umrechnen.

Bei der Verbrennung nach Will-Varrentrapp wurde nicht von den allgemeinen Vorschriften abgewichen. Statt des Will-Varrentrapp'schen Apparates benutzte ich, Dank der Mittheilung des Herrn Dr. Pott, eine viel bequemere Vorrichtung. Eine kleine Pulverflasche wurde mittelst eines einfach gebogenen Glasrohres mit dem Verbrennungsrohr verbunden. In die Flasche wurden 10 ccm titrirte Schwefelsäure gemessen und da hinein tauchte das Ende des Glasrohres. Durch ein zweimal gebogenes Rohr war dann die erste Flasche mit einer zweiten, ebenso grossen, verbunden und das Ende des Rohres tauchte hier wieder in dieselbe Menge Schwefelsäure. Ein zweites Rohr führte aus der letzten Flasche in die freie Luft, und hier wurde der Saugapparat befestigt.

Die W.-V.'sche Methode benutzte ich nur beim Menschenharn und fand meist etwas weniger Stickstoff als nach Dumas. Bei Hundeharn, der reich an Kynurensäure war, wurden viel zu niedrige Resultate gefunden, wie auch Neubauer-Vogel[1]) angibt, In Folge dessen kam bei Hundeharn die Methode nicht weiter in Anwendung.

Was nun die Ausführung der Titration betrifft, so sind natürlich die Phosphate und Sulfate immer mit Liebig'scher Ba-

1) Neubauer-Vogel, Analyse des Harnes p. 259.

rytmischung ausgefällt worden. Immer wurden aber auch die Chloride ausgefällt, und zwar wurden sie bestimmt durch Titration in saurer Lösung nach Habel-Fernholtz. Ich benutzte hierzu eine Lösung, die 29 gr salpetersaures Silber im Liter enthielt. Um rascher den neutralen Punkt zu finden, machte ich zuerst einen Tastversuch mit chromsaurem Kali, das aber im Ueberschuss zugesetzt werden muss, weil anfangs chromsaurer Baryt ausfällt. Der Index kommt bei dieser Titration um 2 bis 0,1 ccm zu früh. Nie trat im Hundeharn der von Habel als so störend geschilderte schwarze Körper auf.

Bezüglich der Harnstofftitration hielt ich mich ganz genau an Pflüger's[1]) Vorschriften, sowohl bei der Bereitung der Quecksilberlösung als bei der Ausführung der Titration. Die Quecksilberlösung wurde gestellt auf eine genau 2-procentige Harnstofflösung, von deren Reinheit ich mich durch mehrere Stickstoffbestimmungen, die gut mit einander übereinstimmten, überzeugte[2]). Jeder Cubikcentimeter der Lösung zeigte genau 0,01 gr Harnstoff an. Der Tastversuch, wobei die Harnstofflösung mit Natriumbicarbonat verrieben wird, gibt beim Titriren mit Harn früher einen Index als bei reiner Harnstofflösung. Man muss, um durch den Tastversuch näher zum richtigen Werth zu gelangen, einen kräftigen Index wählen, dessen Stärke bei verschiedenen Harnen allerdings verschieden ist. Sehr störend bei der Ausführung der definitiven Titration wirkt das beigemengte Chlorsilber, das sofort beim Zusatz des Sodatropfens zu der Harnprobe sich zu färben beginnt, und zwar anfangs gelb wie der Index selbst und später schwarz. Man kann sich vor Verwechselungen nur dadurch schützen, dass man mit dem Zusatz von Quecksilberlösung so lange fortfährt, bis man einen kräftigen Index erhält, der dann fast plötzlich eintritt und rasch zunimmt. Am sichersten schützt man sich aber, wenn man immer grössere Mengen Quecksilberlösung zu Anfang zusetzt, so lange bis das Präparat anfängt, beim Neutralisiren gelb zu werden. Liegt der richtige Werth bei 22,3 und setzt man 22,2 ccm Quecksilberlösung zu, so wird beim Neutralisiren das Präparat sicher gelb, während es bei Zusatz

1) Dies Archiv Bd. XXI, p. 248.

2) Den Stickstoffgehalt dieses Harnstoffes fand ich in 3 Bestimmungen nach Dumas zu 46,8, 46,7 und 46,6 %.

von 22,0 ccm weiss bleibt. Um 1—2 Zehntel Cubikcentimeter kann man also irren. Will man genaue Resultate erhalten, so muss 4—5 mal titrirt werden. Die Sodalösung muss das specifische Gewicht 1,053 besitzen, denn ein höheres specifisches Gewicht kann ebenso wie ein niedrigeres zu Irrthümern Veranlassung geben. Beachtet man alle Vorschriften genau, so erhält man mittelst der Pflüger'schen Methode der Titration bei reinen Harnstofflösungen und im Harne, der ausser Harnstoff nicht noch viele andere stickstoffhaltige Körper enthält, absolut genaue Resultate, und nicht, wie Gruber angibt, zu hohe Werthe. Der Beweis hierfür wird geliefert durch die untenstehenden Analysen von künstlichem Harn.

Als Material zu meinen Untersuchungen wählte ich zuerst den Menschenharn, weil er in den Versuchsreihen Gruber's nicht berücksichtigt war. Derselbe kam unverdünnt zur Untersuchung. Zu den Analysen 1—12 lieferte ich das Material, der ich durchaus gesund bin. Bei den Analysen 13—16 wurde der Harn eines Freundes benutzt, dessen Gesundheit ich gleichfalls versichern kann.

Um die Genauigkeit meiner Arbeit zu controliren, wurde sog. künstlicher Harn analysirt. Es wird eine genau abgewogene Menge von Harnstoff, Chlornatrium, schwefelsaurem Natrium, phosphorsaurem Natrium in Wasser aufgelöst. Diese Lösung wird dann titrirt wie der Harn und gleichzeitig auch eine Stickstoffbestimmung gemacht.

Zu den übrigen Analysen ist Hundeharn und zwar nach verschiedenem Futter und im Hungerzustande verwendet worden.

Analyse 1.

Der Harn wird mit der Hälfte seines Volumens Liebig'scher Barytmischung versetzt; das Filtrat gibt mit Barytmischung keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden mit überschüssigem chromsauren Kali versetzt; Index erscheint bei Verbrauch von 7,9 ccm NO_3Ag.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 4 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H (1,19). Index bei 6,9 ccm NO_3Ag.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H + 6,9 ccm NO_3Ag; starker Index, der auch beim Umrühren bleibt, kommt bei Verbrauch von 25 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 6,9 ccm NO_3Ag + 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung + 14,3 CO_3Na_2. Bei 25,9 schwacher, bei 26,1 starker Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 6,9 ccm NO_3Ag + 25,9 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,7 ccm CO_3Na_2. Index deutlich bei 26,2.

26,2 ist also der richtige Punkt.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 6,9 + 14,7 = 36,6$; $V_2 = 26,2$; $V_1 - V_2 = 10,4 \times 0,08 = 0,8$; $26,2 - 0,8 = 25,4$.

Der Harn war also an $\overset{+}{U}$ 2,54%-ig; in 10 ccm waren 0,254 gr $\overset{+}{U}$ = 0,119 gr N.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas ohne $Cr_2O_7K_2$. Vol. = 46,0; $T = 13,0^0$: $H_1 = 756,8$[1]. Niveauabstand der Kalilauge = 17,4 cm Kali = 1,7 cm Hg.

Tension des Wassers bei $13,0^0 = 11,16$, davon als Kalilauge 42,2% berechnet = 4,7. $H_2 = 17 + 4,7 = 21,7$ mm.

$$G = \frac{46(756,8 - 21,7) . 0,0012566}{160(1 + 0,003665 . 13,0)} = 0,0534 \text{ gr N};$$ in 10 ccm Harn waren also 0,107 gr N.

2) In einer zweiten Analyse nach Dumas wurde $Cr_2O_7K_2$ dem Kupferoxyd beigemischt und nun in 10 ccm Harn 0,109 gr Stickstoff gefunden.

Durch Titration wurde 9,1% N mehr gefunden als durch die Bestimmung nach Dumas.

Analyse 2.

Zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate nur das halbe Volumen Liebig'scher Barytmischung nöthig.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung mit CrO_4K_2-Lösung versetzt; Index erscheint bei Zusatz von 9,3 ccm Silbernitrat.

---

1) H_1 ist der auf 0^0 reducirte Barometerstand, H_2 Tension der Kalilauge und Niveauabstand.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; Index bei Zusatz von 8,4 ccm NO_3Ag.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 8,4 ccm NO_3Ag; nach Zusatz von 30,0 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung starker Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 8,4 ccm NO_3Ag + 29,8 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 17,0 cm CO_3Na_2; schwacher Index bei 30,4 ccm $(NO_3)_2Hg$.

3) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 8,4 ccm NO_3Ag + 30,2 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 17,1 ccm CO_3Na_2. Deutlicher Index bei 30,5, der bei 30,6 stark zunimmt.

30,5 ist also der richtige Punkt.

III. Correctur.

$V_1 = 15{,}0 + 8{,}4 + 17{,}1 = 40{,}5$, $V_2 = 30{,}5$; $V_1 - V_2 = 10{,}0 \times 0{,}08 = 0{,}8$. $30{,}5 - 0{,}8 = 29{,}3$.

Der Harn war mithin bezüglich seines $\overset{+}{U}$-Gehaltes 2,93%-ig; in 10 ccm Harn waren 0,293 gr $\overset{+}{U} = 0{,}137$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. $V = 54{,}5$; $T = 12{,}8^0$; $H_1 = 748{,}3$. Niveauabstand der Kalilauge = 13,3 cm = 1,3 cm Hg.

Tension des Wassers bei $12{,}8^0 = 11{,}0$, davon als Kali $42{,}2\% = 4{,}6$. $H_2 = 13 + 4{,}6 = 17{,}6$ mm.

$G = \frac{54{,}5(748{,}3 - 17{,}6) . 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 . 12{,}8} = 0{,}063$ gr N; in 10 ccm Harn waren also $0{,}063 \times 2 = 0{,}126$ gr Stickstoff.

2) Nach Will. Gebunden durch NH_3 sind 4,5 ccm $SO_4H_2 = 0{,}063$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,126 gr Stickstoff.

Durch Titration 8,0% Stickstoff zu viel gefunden.

Analyse 3.

Der Harn muss mit dem gleichen Volumen Barytmischung versetzt werden.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 20 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2-Lösung; der Index erscheint bei 15,6 ccm NO_3Ag.

2) 20 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 12 Tropfen NO_3H, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; Index bei Verbrauch von 13,5 ccm NO_3Ag.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 20 ccm Harnbarytmischung + 12 Tropfen NO_3H + 13,5 NO_3 Ag; bei Zusatz von 31 ccm $(NO_3)Hg$ starker Index.

2) 20 ccm Harnbarytmischung + 12 Tropfen NO_3H + 13,5 ccm NO_3Ag + 30,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 17,1 Soda. Präparat leicht gelb gefärbt.

3) 20 ccm Harnbarytmischung + 12 Tropfen NO_3H + 13,5 ccm NO_3Ag + 29,9 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 17,0 CO_2Na_2; bei 30,2 leichter Index, der bei 30,3 zunimmt.

III. Correctur.

$V_1 = 20,0 + 13,5 + 17,0 = 50,5$; $V_2 = 30,2$. $V_1 - V_2 = 20,3 \times 0,08 = 1,6$; $30,2 - 1,6 = 28,6$.

Der Harn war also an $\overset{+}{U}$ 2,86 %-ig; in 10 ccm waren 0,286 gr $\overset{+}{U} = 0,1335$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. $V = 55,5$; $T = 10,3^0$; $H_1 = 754,7$. Niveauabstand = 13 cm Kali = 1,3 cm Hg.

Tension des Wassers bei $10,3^0 = 9,37$, davon als Kali $42\,\% = 3,95$. $H_2 = 13,0 + 3,95 = 16,95$ mm.

$G = \frac{55,5(754,7 - 16,95).0,0012566}{760(1 + 0,003665.10,3)} = 0,0654$ gr N; in 10 ccm Harn demnach 0,1308 Stickstoff.

2) Nach Will. Verbraucht 4,6 ccm $SO_4H_2 = 0,0646$ gr N = 0,129 gr N.

Durch Titration 2,2 % Stickstoff mehr gefunden.

Analyse 4.

Harn mit halbem Volum Liebig'scher Barytmischung versezt. Filtrat gibt mit Barytwasser keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2, Index erscheint nach Zusatz von 5,6 ccm NO_3Ag.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 4 Tropfen NO_3H, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; der Index erscheint bei Zusatz von 4,6 ccm NO_3Ag.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 4,6 ccm NO_3Ag; bei Zusatz von 15,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ starker Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 4,6 ccm NO_3Ag + 15,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,5 ccm Sodalösung; Index schon bei 15,2 ccm. Präparat aber gelb.

3) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 4,6 ccm NO_3Ag + 14,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,2 ccm CO_3Na_2; Index deutlich bei 15,0.

III. Correctur.

$V_1 = 15,0 + 4,6 + 8,2 = 27,8$, $V_2 = 15,0$; $V_1 - V_2 = 12,8 \times 0,08 = 1,0$; $15,0 - 1,0 = 14,0$.

Der Harn war also an $\overset{+}{U}$ 1,4%-ig; in 10 ccm waren 0,14 gr $\overset{+}{U}$ = 0,065 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. Vol. = 26,0; T = 10,8°; H_1 = 756,6. Niveauabstand = 32 cm Kalilauge = 3,2 cm Hg.

Tension des Wassers bei 10,8° = 9,7, für Kali 42,2% = 4,1. H_2 = 32 + 4,1 = 36,1.

$$G = \frac{26(756,6 - 36,1)\ 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 10,8)} = 0,0299 \text{ gr N};$$ in 10 ccm Harn waren also 0,060 gr Stickstoff.

2) Nach Will. Verbraucht waren 2,2 ccm SO_4H_2 = 0,0308 gr N; für 10 ccm Harn = 0,0616.

Durch Titration 8,0% Stickstoff mehr gefunden.

Analyse 5.

Zur Fällung der Phosphate und Sulfate genügt Zusatz des halben Volumens Liebig'scher Barytmischung.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2 Index bei 13,5.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 4 Tropfen, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H, der Index kommt nach Zusatz von 12,3 ccm NO_3Ag-Lösung.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 12,3 ccm NO_3Ag, leichter Index bei 25,5, stark bei 26,0.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 12,3 ccm NO_3Ag + 25,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,5 ccm CO_3Na_2; bei 25,9 deutlicher Index.

3) Dasselbe wie bei 2; Index bei 25,9.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 12,3 + 14,5 = 41,8$; $V_2 = 25,9$; $V_1 - V_2 = 15,9 \times 0,08 = 1,27$; $25,9 - 1,3 = 24,6$.

Der Harn ist also bezüglich seines Harnstoffgehaltes 2,46 %-ig.

In 10 ccm Harn sind 0,246 gr $\overset{+}{U} = 0,115$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. Vol. = 45,0; $H_1 = 756,6$. $T = 10,8^0$; Niveauabstand = 16,6 cm Kalilauge = 1,7 cm Hg.

Tension des Wassers bei $10,8^0 = 9,73$, davon als Kalilauge 42,2 % = 4,1; $H_2 = 17 + 4,1 = 21,1$ mm.

$$G = \frac{45(756,6 - 21,1)0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 10,8)} = 0,0526$$ gr N in 10 ccm Harn mithin 0,105 gr Stickstoff.

2) Nach Will. Verbraucht sind 3,7 ccm $SO_4H_2 = 0,052$ gr N.

Durch Titration also 8,7 % Stickstoff mehr gefunden.

Analyse 6.

Der Harn wird mit dem halben Volumen Barytmischung versetzt, Filtrat gibt mit Barytwasser keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2-Lösung; Index nach Zusatz von 12,6 ccm NO_3Ag.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 3 Tropfen, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; Index kommt bei 11,3.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 3 Tropfen NO_3H + 11,3 ccm NO_3Ag leichter Index nach Verbrauch von 23 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harbarytmischung + 3 Tropfen NO_3H + 11,3 ccm NO_3Ag + 23,0 $(NO_3)_2Hg$ + 13,0 CO_3Na_2; bei 23,3 leichter Index, der von da rasch zunimmt.

3) 15 ccm Harnbarytmischung + 3 Tropfen NO_3H + 11,3 ccm NO_3Ag + 23,2 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 ccm CO_3Na_2; Präparat ist gelb, gibt bei 23,2 schon leichten Index.

4) Alles wie bei 2, Index bei 23,3.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 11,3 + 13,0 = 39,3$; $V_2 = 23,3$; $V_1 - V_2 = 16,0 \times 0,08 = 1,28$. $23,3 - 1,3 = 22,0$.

Mithin war der Harn an Harnstoff 2,2%-ig; in 10 ccm Harn sind enthalten 0,22 gr $\overset{+}{U} = 0,103$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. Vol = 40,5, T = 10,7°, $H_1 = 753,1$; Niveauabstand = 18,5 cm Kalilauge = 1,9 cm Hg.

Tension des Wassers bei 10,7° = 9,6 davon als Kalilauge 42,2% = 4,1 $H_2 = 19 + 4,1 = 23,1$ mm.

$$G = \frac{40,5(753,1 - 23,1) . 0,0012566}{760(1 + 0,00306 . 10,7)} = 0,047$$ gr N in 10 ccm Harn also 0,094 gr Stickstoff.

2) Nach Will. 3,35 ccm Schwefelsäure verbraucht = 0,0469 gr Stickstoff; für 10 ccm Harn = 0,0938 gr N.

Es wurde durch Titration 8,7% Stickstoff mehr gefunden als durch Verbrennung.

Analyse 7.

Phosphate und Sulfate mit dem halben Volumen Liebigscher Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index nach Zusatz von 14.5 ccm NO_3Ag-Lösung.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 4 Tropfen, ausgesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; Index bei 13,1.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 13,1 ccm NO_3Ag; Index bei Verbrauch von 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 13,1 ccm NO_3Ag + 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 CO_3Na_2; deutlicher Index bei 23,6.

3) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 13,1 ccm NO_3Ag + 23,3 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,2 ccm CO_3Na_2; leichter Index bei 23,6, der von da rasch zunimmt.

Correctur.

$V_1 = 15 + 13,1 + 13,2 = 41,3$. $V_2 = 23,6$; $V_1 - V_2 = 17,7 \times 0,08 = 1,4$; 23,6 − 1,4 = 22,2.

Demnach war der Harn an $\overset{+}{U} = 2,22$%-ig; in 10 ccm also war 0,222 gr Harnstoff = 0,104 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. V = 41,5; T = 11,2°, H_1 = 747,7; Niveauabstand = 18,3 cm Kalilauge = 1,8 cm Hg.

Tension des Wassers bei 11,2° = 9,9, davon als Kalilauge 42,2 % = 4,2 H_2 = 18 + 4,2 = 22,2 mm.

$$G = \frac{41,5(747,7 - 22,2)0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 11,2)} = 0,048 \text{ gr N also in 10 ccm Harn} =$$
0,096 gr Stickstoff.

2) Nach Will. Verbraucht wurden 3,4 ccm Schwefelsäure, entsprechend 0,0476 gr N für 10 ccm = 0,095 gr Stickstoff.

Die Titration ergab 7,7 % Stickstoff mehr als die Verbrennung.

Analyse 8.

Da der Harn einen starken Niederschlag von Uraten hat, wird er zuerst filtrirt; der Zusatz des halben Volums Barytmischung genügt zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index nach Zusatz von 16 ccm Silbernitrat.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 5 Tropfen, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; Index bei 14,6.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 14,6 ccm NO_3Ag; nach Zusatz von 33,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ leichter Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 14,6 ccm NO_3Ag + 32,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 18,5 ccm CO_3Na_2; bei 33,3 schwacher Index der bei 33,6 erst zunimmt.

3) 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 14,6 ccm NO_3Ag + 33,2 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 18,9 ccm CO_3Na_2; leichter Index bei 33,6, zunehmend bei 33,8.

4) Wie bei 3, nur 33,4 ccm $(NO_3)_2Hg$ und 19,0 ccm CO_3Na_2. Index deutlich bei 33,7.

Correctur.

V_1 = 15,0 + 14,6 + 19,0 = 48,6; V_2 = 33,7; $V_1 - V_2$ = 14,9 × 0,08 = 1,19; 33,7 − 1,19 = 32,5.

Der Harn war also an Harnstoff = 3,25 %-ig; in 10 ccm war 0,325 gr $\overset{+}{U}$ = 0,152 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. Vol. = 61,0; T = 11,0°; H_1 = 743,2; Niveauabstand = 10,7 cm Kalilauge = 1,07 cm Hg.

Tension des Wassers bei 11,0° = 9,79, davon für Kalilauge 42,2% = 4,1. H_2 = 10,7 + 3,1 = 14,8 mm.

$$G = \frac{61(743,2-14,8)0,0012566}{760(1+0,003665.11,0)} = 0,0706 \text{ gr N; in 10 ccm Harn also}$$

0,141 gr Stickstoff.

2) Nach Will. Verbraucht sind 5 ccm SO_4H_2 = 0,070 gr. Stickstoff; für 10 ccm Harn also 0,140 gr. N.

Durch Titration wurde hier 7,2% Stickstoff mehr gefunden als durch die Verbrennung.

Analyse 9.

Phosphate und Sulfate werden mit der Hälfte des Volumens Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; der Index kommt nach Zusatz von 14,7 ccm Silbernitrat.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 6 Tropfen, angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; gleiche Trübung mit ClNa und NO_3Ag nach Zusatz von 13,5 ccm Silbernitrat.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 6 Tropfen NO_3H, + 13,5 ccm Silbernitrat; Index, der auch beim Umrühren bleibt, nach Verbrauch von 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 6 Tropfen Salpetersäure + 13,5 ccm NO_3Ag-Lösung + 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,2 ccm Sodalösung; ganz schwacher Index von 25,7 an, der bei 26,0 erst deutlich zunimmt.

3) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 6 Tropfen NO_3H + 13,5 ccm Silbernitrat + 25,9 ccm Mercurinitrat + 14,7 Sodalösung; Präparat ist leicht gelb.

4) 15 ccm Harnbarytmischung + 6 Tropfen Salpetersäure, + 13,5 ccm NO_3Ag + 25,5 $(NO_3)_2Hg$ + 14,4 CO_3Na_2-Lösung; deutlicher Index bei 25,8, nimmt von da ab kräftig zu.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 13,5 + 14,4 = 42,9$; $V_2 = 25,8$; $V_1 - V_2 = 17,1 \times 0,08 = 1,36$; $25,8 - 1,36 = 24,4$.

Mithin war der Harn an Harnstoff 2,44%-ig; 10 ccm enthielten 0,244 gr $\overset{+}{U}$ = 0,114 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. Vol. = 45,0; T = 12,0°; H_1 = 749,0. Niveauabstand = 17 cm Kalilauge = 1,7 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei 12,0° = 10,46, davon als Kalilauge 42,2% = 4,4. H_2 = 17 + 4,4 = 21,4 mm.

$$G = \frac{45(749{,}0 - 21{,}4) \,.\, 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 \,.\, 12{,}0)} = 0{,}0519 \text{ gr N}$$; in 10 ccm Harn waren 0,052 × 2 = 0,104 gr N.

2) Nach Will. Verbraucht wurden 3,75 ccm SO_4H_2 = 0,0525 gr N, für 10 ccm = 0,105 gr N.

Die Titration ergab 8,7% Stickstoff mehr als die direkte N-Bestimmung.

Analyse 10.

Der Harn wird mit dem halben Volum Liebig'scher Barytmischung versetzt; das Filtrat gibt mit Barytwasser keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, mit überschüssigem CrO_4K_2 versetzt; der Index tritt ein nach Zusatz von 16,4 ccm Silbernitrat.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; gleiche Trübung mit ClNa und NO_3Ag bei Zusatz von 15,3 ccm Silbernitrat.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, + 5 Tropfen Salpetersäure, + 15,3 ccm Silbernitrat; bleibender, aber schwacher Index nach Zusatz von 23,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ stark bei 24,5.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt, + 15,3 ccm NO_3Ag-Lösung, + 23,7 ccm Mercurinitrat, + 13,5 ccm Sodalösung, leichter Index bei 24,3.

3) 15 ccm Harnbarytmischung mit 5 Tropfen NO_3H neutralisirt, + 15,3 ccm NO_3Ag, + 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 Sodalösung, Index deutlich bei Verbrauch von 24,4 ccm Mercurinitrat.

4) 15 ccm Harnbarytmischung + 6 Tropfen NO_3H + 15,3 ccm Silbernitrat, + 24,3 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,7 CO_3Na_2; Index schon bei 24,4, Präparat aber schwach gelb.

5) Alles wie bei 4, nur 24,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ und 13,6 ccm Soda; Index bei 24,4.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 15,3 + 13,6 = 43,9$; $V_2 = 24,4$; $V_1 - V_2 = 19,5 \times 0,08 = 1,6$. $24,4 - 1,6 = 22,8$.

Der Harn war also bezüglich seines Harnstoffgehaltes 2,28 %-ig; in 10 ccm waren 0,228 gr $\overset{+}{U} = 0,1075$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. Vol. = 41,5; T = 12,0°; $H_1 = 762,4$. Niveauabstand = 19.98 cm Kalilauge = 2 cm Quecksilber

Tension des Wassers bei 12,0° = 10,46, als Kalilauge 42,2 % = 4,4. $H_2 = 20 + 4,4 = 24,4$ mm.

$$G = \frac{41,5(762,4 - 24,4) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 12,0)} = 0,0485 \text{ gr N}$$, in 10 ccm Harn waren also $0,0485 \times 2 = 0,097$ gr N.

2) Nach Will. Von den 20 ccm SO_4H_2 wurden 3,45 ccm verbraucht = 0,0483 gr N; in 10 ccm also 0,097 gr Stickstoff.

Der aus dem titrirten Harnstoff berechnete N-Gehalt ist um 10,0 % grösser als der durch die Verbrennung ermittelte.

Analyse 11.

Zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate genügte die Hälfte des Harnvolumens Barytmischung.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, + Chromsaures Kali, Orangefarbe nach Zusatz von 18,1 ccm Silbernitrat.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen, angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; der Index tritt ein nach Verbrauch von 17,2 ccm NO_3Ag-Lösung.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen Salpetersäure + 17,2 ccm Silbernitrat; bei Zusatz von 22,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ schwacher, bei 23,0 starker Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H + 17,2 ccm NO_3Ag + 22,9 $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 Sodalösung; deutlicher Index bei 23,2, der bei 23,3 zunimmt.

3) Anordnung wie bei 2, gleiches Resultat.

Correctur.

$V = 15{,}0 + 17{,}2 + 13{,}1 = 45{,}3$; $V_2 = 23{,}2$; $V_1 - V_2 = 22{,}1 \times 0{,}08 = 1{,}77$; $23{,}2 - 1{,}8 = 21{,}4$.

Mithin war der Harn an Harnstoff 2,14 %-ig; in 10 ccm Harn waren enthalten 0,214 gr $\overset{+}{U}$ = 0,100 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas wurden hier 2 Analysen gemacht, um zu erfahren, ob auch ein geringer Wassergehalt der zu verbrennenden Substanz einen Einfluss auf das Endresultat hat. Bei der Analyse a wurde auf die gewöhnliche Weise getrocknet, bei Analyse b das Schälchen so lange unter einen Exsiccator gestellt bis das Gewicht desselben constant blieb.

a) $V = 38{,}5$; $T = 12{,}5^0$; $H_1 = 764{,}8$. Niveauabstand = 19,98 cm Kalilauge = 2 cm Hg.

Tension des Wassers bei $12{,}5^0 = 10{,}8$, als Kalilauge $42{,}2\,\% = 4{,}6$. $H_2 = 20 + 4{,}6 = 24{,}6$ mm.

$$G = \frac{38{,}5(764{,}8 - 24{,}6) \cdot 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 \cdot 12{,}5)} = 0{,}045 \text{ gr N, für 10 ccm Harn} = 0{,}090 \text{ gr N.}$$

b) $V = 38{,}5$; $T = 13{,}7^0$; $H_1 = 762{,}7$. Niveauabstand = 19,6 cm Kalilauge = 2 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $13{,}7^0 = 11{,}7$, als Kalilauge $42{,}2\% = 4{,}9$. $H_2 = 20{,}0 + 4{,}9 = 24{,}9$ mm.

$$G = \frac{38{,}5(762{,}7 - 24{,}9) \cdot 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 \cdot 13{,}7)} = 0{,}0447 \text{ gr N, in 10 ccm Harn}$$

waren also 0,0894 gr Stickstoff.

2) Nach Will. Verbraucht wurden 3,0 ccm Schwefelsäure, entsprechend 0,042 gr Stickstoff; in 10 ccm Harn also 0,088 gr N.

Durch Titration wurde hier 10% Stickstoff zu viel gefunden.

Analyse 12.

Der Harn wird mit dem halben Volum Liebig'scher Barytmischung versetzt; das Filtrat gibt mit Barytwasser keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2-Lösung; nach Zusatz von 16,2 ccm NO_3Ag-Lösung tritt der Index ein.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, werden neutralisirt mit einem Tropfen NO_3H, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H, gleiche Trübung mit ClNa und NO_3Ag tritt ein nach Verbrauch von 15,2 ccm Silbernitrat.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 1 Tropfen NO_3H, + 15,2 ccm Silbernitrat; schwacher Index, nachdem 31,0 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung zugesetzt sind.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 1 Tropfen Salpetersäure, + 15,2 ccm NO_3Ag-Lösung + 31,3 $(NO_3)_2Hg$ + 17,6 Sodalösung; leichter Index erst bei 32,2 ccm.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, + 1 Tropfen NO_3H + 15,2 ccm Silbernitrat + 32,0 ccm Mercurinitrat + 18,1 ccm Soda, deutlicher Index bei 32,3 ccm.

4) Wiederholung des Versuches 3 mit gleichem Resultat.

Correctur.

$V_1 = 15{,}0 + 15{,}2 + 18{,}1 = 48{,}3$; $V_2 = 32{,}3$; $V_1 - V_2 = 16 \times 0{,}08 = 1{,}27$; $32{,}3 - 1{,}27 = 31{,}0$.

Mithin war der Harn an $\overset{+}{U} = 3{,}1$ %-ig; 10 ccm davon enthielten 0,31 gr $\overset{+}{U} = 0{,}145$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. $V = 57{,}0$; $T = 15{,}0^0$; $H_1 = 762{,}1$. Niveauabstand $= 12{,}4$ cm Kalilauge $= 1{,}2$ cm Hg.

Tension des Wassers bei $15{,}0^0 = 12{,}7$, davon als Kalilauge 42,2% $= 5{,}4$. $H_2 = 12{,}0 + 5{,}4 = 17{,}4$ mm.

$$G = \frac{57{,}0(762{,}1 - 17{,}4) \cdot 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 \cdot 15{,}0)} = 0{,}0665 \text{ gr N},$$ also in 10 ccm Harn waren enthalten $0{,}0665 \times 2 = 0{,}133$ gr N.

2) Nach Will. Verbraucht wurden 4,7 ccm Schwefelsäure = 0,0658 gr Stickstoff für 10 ccm Harn = 0,132 gr N.

Die Titration hat demnach 8,4% Stickstoff mehr ergeben als die Verbrennung.

Analyse 13.

Der Harn muss mit dem gleichen Volumen Liebig'scher Barytmischung versetzt werden, um die Phosphate und Sulfate auszufällen.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 20 ccm Harnbarytmischung werden mit überschüssigem CrO_4K_2 versetzt; der Index tritt ein nach Zusatz von 17,6 ccm Silbernitrat.

2) 20 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 3 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nach Verbrauch von 16,5 ccm NO_3Ag ist die Trübung mit ClNa und NO_3Ag gleich stark.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 20 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 3 Tropfen Salpetersäure, + 16,5 ccm NO_3Ag; bei Zusatz von 32,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ leichter, aber bleibender, und bei 33,0 ccm starker Index.

2) 20 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 3 Tropfen NO_3H, + 16,5 ccm Silbernitratlösung, + 31,5 ccm Mercurinitrat + 17,8 ccm Sodalösung; erst nach Zusatz von 32,2 ccm $(NO_3)_2Hg$ Index.

3) 20 ccm Harnbarytmischung + 3 Tropfen Salpetersäure, + 16,5 ccm NO_3Ag + 32,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 18,2 ccm Sodalösung; Index bei 32,7.

4) 20 ccm Harnbarytmischung + 3 Tropfen NO_3H, + 16,5 ccm NO_3Ag + 32,4 $(NO_3)_2Hg$ + 18,4 ccm CO_3Na_2; Index bei 32,9.

5) 20 ccm Harnbarytmischung + 3 Tropfen NO_3H, + 16,5 ccm NO_3Ag + 32,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 18,5 ccm Sodalösung; Index bei 32,8.

6) 20 ccm Harnbarytmischung neutralisirt, + 16,5 ccm NO_3Ag + 32,5 ccm Mercurinitrat + 18,5 ccm Sodalösung; Index deutlich nach Zusatz von 32,8 ccm $(NO_3)_2Hg$.

Correctur.

$V_1 = 20{,}0 + 16{,}5 + 18{,}5 = 55{,}0$; $V_2 = 32{,}8$; $V_1 - V_2 = 55{,}0 - 32{,}8 = 22{,}2 \times 0{,}08 = 1{,}76$; $32{,}8 - 1{,}8 = 31{,}0$.

Der Harn war also bezüglich seines Harnstoffgehaltes 3,1 %-ig; 10 ccm davon enthielten 0,31 gr $\overset{+}{U} = 0{,}145$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. Um zu ermitteln, ob bei dem Trocknen des Harnes ein Verlust von flüchtigem Ammoniak stattfände, wurden von diesem Harn 2 Analysen gemacht; die eine nach der seitherigen Methode, bei der anderen wurde dem Harn 0,5 gr Oxalsäure vor dem Trocknen zugesetzt.

a) Mit Oxalsäure. $V_1 = 58{,}0$; $T = 16{,}5^0$; $H_1 = 761$. Niveauabstand = 12,2 cm Kalilauge = 1,2 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $16{,}5^0 = 14{,}0$, davon als Kalilauge 42,2 % = 6,0; $H_2 = 12{,}0 + 6{,}0 = 18{,}0$ mm.

$$G = \frac{58(761 - 18) \cdot 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 \cdot 16{,}5)} = 0{,}0672 \text{ gr N in 10 ccm Harn, also}$$

0,1344 gr. N.

b) Die Analyse wurde unter gleichen Verhältnissen wie die vorige ausgeführt und das Resultat war für 10 ccm Harn berechnet = 0,134 gr Stickstoff.

2) Nach Will. Es wurden 4,8 ccm Schwefelsäure verbraucht = 0,067 gr Stickstoff; für 10 ccm Harn also 0,134 gr N.

Die Titration hat auch hier wieder den Stickstoffgehalt um 7,9 % zu hoch ergeben.

Analyse 14.

Der Harn zeigt einen ziemlich starken Phosphatniederschlag; und muss mit dem gleichen Volum Barytmischung versetzt werden, um die Phosphate und Sulfate auszufällen.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 20 ccm Harnbarytmischung werden mit überschüssigem CrO_4K_2 versetzt, nach Verbrauch von 4,8 ccm NO_3Ag-Lösung tritt die Orangefarbe ein.

2) 20 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt und mit 10 Tropfen NO_3H angesäuert; nach Zusatz von 3,6 ccm Silbernitrat tritt der Index ein.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 20 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 4 Tropfen Salpetersäure, + 3,6 ccm Silbernitratlösung nach Zusatz von 25,0 ccm Mercurinitrat schwacher, bei 26,0 starker Index.

2) 20 ccm Harnbarytmischung neutralisirt, + 3,6 ccm NO_3Ag + 24,7 ccm Mercurinitrat + 13,9 ccm Sodalösung; ein leichter Index tritt ein bei 25,6, stark bei 25,8.

3) 20 ccm Harnbarytmischung mit 4 Tropfen NO_3H neutralisirt, + 3,6 ccm NO_3Ag + 25,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,5 ccm Sodalösung; Index tritt nun bei 26,0.

4) 20 ccm Harnbarytmischung neutralisirt + 3,6 ccm Silbernitrat + 26,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,8 Sodalösung; deutlicher Index nun bei Zusatz von 26,3 ccm Mercurinitrat.

Correctur.

$V_1 = 20,0 + 3,6 + 14,8 = 38,4$; $V_2 = 26,3$; $V_1 - V_2 = 11,8 \times 0,08 = 0,94$; $26,3 - 0,9 = 25,4$.

Mithin war der Harn an Harnstoff 2,54%-ig; 10 ccm enthielten 0,254 gr $\overset{+}{U}$ = 0,119 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. $V = 46,5$; $T = 17,5^0$; $H_1 = 754,3$; Niveauabstand = 17 cm Kalilauge = 1,7 cm Hg.

Tension des Wassers bei $17,5^0 = 15,0$, davon als Kalilauge 42,2% = 6,3. $H_2 = 17 + 6,3 = 23,3$.

$G = \frac{46,5(754,3 - 23,3) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 17,5} = 0,0528$ gr N; 10 ccm Harn enthielten demnach 0,106 gr N.

2) Nach Will. Verbraucht wurden 3,75 ccm Schwefelsäure, die 0,0525 gr Stickstoff entsprechen; für 10 ccm also 0,105 gr N.

Durch die Titration wurden wieder 10,9 % Stickstoff mehr gefunden als durch die Verbrennung.

Analyse 15.

Der Harn wird mit dem halben Volumen Liebig'scher Barytmischung versetzt; das Filtrat gibt mit Barytwasser keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 cm Harnbarytmischung werden mit chromsaurem Kali versetzt; nach Zusatz von 8,2 ccm Silbernitratlösung tritt der Index ein.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden mit 5 Tropfen Salpetersäure neutralisirt und mit 10 Tropfen NO_3H angesäuert; gleiche Trübung mit ClNa und NO_3Ag entsteht bei Verbrauch von 7,6 ccm NO_3Ag-Lösung.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H + 7,6 ccm Silbernitrat; bleibender aber schwacher Index bei Zusatz von 18,5 ccm $(NO_3)_2Hg$, stärker bei 19,0.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt, die Chloride mit 7,6 ccm Silbernitrat ausgefällt, darauf zugesetzt 18,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ und 10,5 ccm Sodalösung; ein schwacher Index tritt auf bei 18,8, stark bei 19,0.

3) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H, + 7,6 ccm NO_3Ag, + 18,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 10,5 ccm Soda; der Index tritt ein bei Zusatz von 18,9 ccm $(NO_3)_2Hg$.

4) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt, + 7,6 ccm NO_3Ag + 18,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 10,5 ccm Sodalösung; der Index tritt ein bei 18,9, nimmt von da ab rasch zu.

Correctur:

$V_1 = 15,0 + 7,6 + 10,5 = 33,1$; $V_2 = 18,9$; $V_1 - V_2 = 14,2 . 0,08 = 1,13$; $18,9 - 1,1 = 17,8$.

Mithin war der Harn an Harnstoff 1,78 %-ig; 10 ccm des Harnes enthielten 0,178 gr $\overset{+}{U}$ = 0,083 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. $V = 33,0$; $T = 11,8^0$; $H_1 = 758,0$. Niveauabstand = 22 cm Kalilauge = 2,2 cm. Quecksilber.

Tension des Wassers bei $11,8^0 = 10,35$, davon als Kalilauge 42,2 % = 4,4. $H_2 = 22 + 4,4 = 26,4$ mm.

$$G = \frac{33(758 - 26,4)0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 11,8)} = 0,0383 \text{ gr N; in 10 ccm Harn waren}$$

demnach 0,0383 × 2 = 0,0766 gr N.

2) Nach Will. Es wurden 2,7 ccm Schwefelsäure verbraucht, die 0,0378 gr N entsprechen; für 10 ccm Harn = 0,075 gr N.

Die Titration hat ein Plus von 5,9% Stickstoff ergeben.

Analyse 16.

Zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate muss der Harn mit der Hälfte seines Volumens Liebig'scher Barytmischung versetzt werden.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden mit einer Lösung von chromsaurem Kali versetzt, und nach Zusatz von 13,2 ccm Silbernitrat erscheint der Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 3 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; bei Zusatz von 12,4 ccm NO_3Ag-Lösung ist die Trübung mit ClNa und NO_3Ag gleich stark.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt, das Chlor mit 12,4 ccm NO_3Ag-Lösung ausgefällt; bei Verbrauch von 30,0 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung bleibt ein schwacher Index, der bei 31,0 kräftig ist und von da ab sehr stark wird.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt, + 12,4 ccm Silbernitrat, + 30,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 17,0 Sodalösung; der Index kommt bei 30,8 schwach.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 3 Tropfen NO_3H, + 12,4 ccm Silbernitat + 30,8 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung + 17,4 Soda, Präparat ist leicht gelb gefärbt.

4) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 2 Tropfen NO_3H + 12,4 ccm NO_3Ag-Lösung + 30,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 17,3 Soda, der Index kommt erst nach Zusatz von 31,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

5) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 3 Tropfen NO_3H + 12,4 ccm Silbernitrat + 30,7 ccm Mercurinitrat + 17,3 Sodalösung; der Index kommt bei 31,0 und nimmt von da ab rasch zu.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 12,4 + 17,3 = 44,7$; $V_2 = 31,0$; $V_1 - V_2 = 13,7 \times 0,08 = 1,096$; $31,0 - 1,1 = 29,9$.

Mithin war der Harn bezüglich seines Harnstoffgehaltes 2,99%·ig; 10 ccm davon enthielten 0,299 gr $\overset{+}{U}$ = 0,140 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach **Dumas**. V = 55,25; T = 11,3°; H_1 = 753,1. Niveauabstand = 13 cm Kalilauge = 1,3 cm Hg.

Tension des Wassers bei 11,3° = 10,0, davon für Kalilauge 42,2% = 4,2. H_2 = 13 + 4,2 = 17,2 mm.

$$G = \frac{55{,}25(753{,}1-17{,}2).0{,}0012566}{760(1+0{,}003665.11{,}3)} = 0{,}0646 \text{ gr N; in 10 ccm Harn} =$$

0,0646 × 2 = 0,129 gr Stickstoff.

2) Nach **Will**. Verbraucht wurden 4,6 ccm Schwefelsäure = 0,064 gr N, für 10 ccm Harn = 0,128 gr N.

Durch Titration wurde 7,8% Stickstoff mehr gefunden als durch Verbrennung.

Für die folgende Analyse wurde eine genau 3,3%-ige Harnstofflösung hergestellt, in der 0,8 gr ClNa, 0,52 gr PO_4Na_2H und 0,52 gr SO_4Na_2 auf 100 ccm Wasser aufgelöst warden.

Analyse 17.

Der künstliche Harn wird mit der Hälfte seines Volumens **Liebig**scher Barytmischung versetzt, das Filtrat gibt mit Barytwasser keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, mit chromsaurem Kali versetzt; nach Zusatz von 8,6 ccm Silbernitrat erscheint der Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden mit 4 Tropfen Salpetersäure neutralisirt und mit 10 Tropfen NO_3H angesäuert; nach Zusatz von 7,9 ccm NO_3Ag erscheint der Index.

Die Harnstofftitration bestätigte den schon bekannten Gehalt an Harnstoff, nämlich 3,3%; 10 ccm Harn enthielten demnach 0,33 gr $\overset{+}{U}$ = 0,154 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach **Dumas**. V = 65; T = 11,9°; H_1 = 757,5. Niveauabstand = 8,99 cm Kalilauge = 0,9 cm Hg.

Tension des Wassers bei 11,0° = 10,4, davon als Kalilauge 42,2% = 4,3. H_2 = 9 + 4,3 = 13,3 mm.

$$G = \frac{64(757{,}5-13{,}3).0{,}0012566}{760(1+0{,}003665.11{,}9)} = 0{,}0766 \text{ gr N; 10 ccm Harn ent-}$$

hielten 0,0766 × 2 = 0,153 gr Stickstoff; die Titration hat also den richtigen Werth geliefert. Durch die Verbrennung ist der Stickstoffgehalt des Harnstoffes zu 46,4% ermittelt worden.

Bei den 3 folgenden Analysen ist der Harnstoff nicht mehr genau durch die Waage bestimmt.

Analyse 18.

Der künstliche Harn wird mit dem halben Volumen Barytmischung versetzt und das Filtrat gibt mit Barytwasser keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden mit überschüssigem CrO_4K_2 versetzt; nach Zusatz von 4,7 ccm Silbernitrat trat der Index ein.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nach Verbrauch von 4,1 ccm NO_3Ag ist die Trübung mit ClNa und NO_3Ag gleich stark.

II. Harnstoff.

1) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H, Chloride ausgefällt mit 4,1 ccm NO_3Ag, + 24 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 ccm Sodalösung; nach Zusatz von 25,2 ccm Quecksilberlösung erscheint ein deutlicher Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H, + 4,1 ccm Silbernitrat + 25,0 ccm Mercurinitrat + 14,2 ccm Sodalösung; der Index tritt nun erst ein bei 25,5.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 5 Tropfen Salpetersäure, + 4,1 ccm Silbernitrat, + 25,3 ccm Mercurinitrat + 14,3 ccm Sodalösung; der Index ist deutlich bei 25,6 und nimmt von da ab rasch zu.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 4,1 + 14,3 = 33,4$; $V_2 = 25,6$; $V_1 - V_2 = 7,8 \times 0,08 = 0,624$; $25,6 - 0,6 = 25,0$.

Demnach war der Harn bezüglich seines Harnstoffgehaltes 2,5%-ig; 10 ccm Harn enthielten 0,25 gr $\overset{+}{U} = 0,117$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. $V = 50,0$; $T = 11,5°$; $H_1 = 748,5$. Niveauabstand = 15,5 cm Kalilauge = 1,6 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei 11,5° = 10,1 davon als Kalilauge 42,2% = 4,3. $H_2 = 16 + 4,3 = 20,3$ mm.

$$G = \frac{50,0(748 - 20,3) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 11,5)} = 0,058$$ gr N in 10 ccm Harn waren enthalten $0,058 \times 2 = 0,116$ gr.

Dieses Resultat aus der Titration stimmt mit dem der Verbrennung völlig überein.

Analyse 19.

Zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate aus dem künstlichen Harn war die Hälfte seines Volumens Barytmischung nöthig.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden mit überschüssigem chromsaurem Kali versetzt; nach Verbrauch von 10,0 ccm Silbernitrat tritt die Orange-Farbe ein.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 7 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; bei Zusatz von 9,6 ccm Silbernitrat tritt der Index ein.

II. Harnstoff.

1) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 7 Tropfen Salpersäure, + 9,6 ccm NO_3Ag, + 24,5 ccm Mercurinitrat, + 13,8 ccm Sodalösung; der Index tritt ein bei Verbrauch von 25,1 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 7 Tropfen Salpetersäure, die Chloride mit 9,6 ccm Silbernitrat ausgefällt, 24,9 ccm Mercurinitrat zugesetzt und mit 14,1 ccm Sodalösung neutralisirt; der Index tritt ein bei 25,4.

3) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 7 Tropfen Salpetersäure, + 9,6 ccm Silbernitrat, + 25,1 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung, + 14,2 ccm Soda; der Index ist deutlich bei 25,4.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 9,6 + 14,2 = 38,8$; $V_2 = 25,4$; $V_1 - V_2 = 13,4 \times 0,08 = 1,072$; $25,4 - 1,07 = 24,3$.

Der Harn enthielt also 2,43% Harnstoff; 10 ccm enthielten 0,243 gr $\overset{+}{U}$ = 0,1135 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. $V = 49,0$; $T = 11,0^0$; $H_1 = 751,5$. Niveauabstand = 16,4 cm Kalilauge = 1,6 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $11,0^0 = 9,79$, davon als Kalilauge = 4,1. $H_2 = 16 + 4,1 = 20,1$.

$$G = \frac{49(751,5-20,1)\,0,0012566}{760(1+0,003665\,.\,11,0)} = 0,0567 \text{ gr};$$ mithin waren in 10 ccm $0,0567 \times 2 = 0,1134$ gr Stickstoff.

Titration und Verbrennung haben hier übereinstimmende Werthe geliefert.

Analyse 20.

Der künstliche Harn wird mit dem halben Volumen Liebig'sche Barytmischung versetzt; das Filtrat gibt mit Barytmischung keine Trübung mehr.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden mit überschüssigem chromsaurem Kali versetzt und nach Zusatz von 12,1 ccm Silbernitratlösung tritt der Index ein.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nach Zusatz von 11,9 ccm Silbernitrat ist die Trübung mit ClNa und NO_3Ag gleich stark.

II. Harnstoff.

1) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen Salpetersäure, die Chloride mit 11,9 ccm Silbernitrat ausgefällt, sodann 24,5 ccm Mercurinitrat zugelassen und mit 13,8 ccm Sodalösung neutralisirt; der Index tritt ein bei 25,0.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 5 Tropfen Salpetersäure, das Chlor mit 11,9 ccm Silbernitrat ausgefällt, + 24,7 ccm Mercurinitrat, + 13,9 ccm Sodalösung; der Index ist deutlich bei 25,0 und nimmt von da ab rasch zu.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 11,9 + 13,9 = 40,8$; $V_2 = 25,0$; $V_1 - V_2 = 15,8 \times 0,08 = 1,264$; $25,0 - 1,3 = 23,7$.

Demnach war der Harn bezüglich seines Harnstoffgehaltes 2,37 %-ig; 10 ccm Harn enthielten 0,237 gr Harnstoff = 0,111 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. $V = 47,0$; $T = 10,1^0$; $H_1 = 752,7$. Niveauabstand = 17 cm Kalilauge = 1,7 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $10,1^0 = 9,23$, davon als Kalilauge 42,2 % = 3,9. $H_2 = 17 + 3,9 = 20,9$.

$$G = \frac{47(752,7 - 20,9) \cdot 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \cdot 10,1)} = 0,055 \text{ gr N, für 10 ccm Harn} =$$
0,111 gr N.

Hier überschreitet die Differenz zwischen beiden Bestimmungsmethoden die Fehlergrenze nicht.

In den folgenden 9 Analysen wurde der Harn eines Hundes angewendet, der mit reinem Fleische gefüttert war. Es muss jedoch dabei bemerkt werden, dass bis dahin eine gemischte Kost gegeben worden war.

Analyse 21.

Da der Hundeharn zu concentrirt war, wurde er auf das 4fache verdünnt; um aus diesem verdünnten Harn die Phosphate und Sulfate auszufällen, genügte die Hälfte seines Volums Liebig'scher Barytmischung.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden mit chromsaurem Kalium versetzt; nach Zusatz von 0,8 ccm Silbernitrat tritt der Index ein.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nach Verbrauch von 0,3 ccm NO_3Ag-Lösung ist die Trübung des Filtrates mit ClNa und NO_3Ag gleich stark

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H, die Chloride mit 0,3 ccm NO_3Ag ausgefällt; nach Zusatz von 18 ccm Mercurinitrat tritt ein schwacher aber bleibender Index ein

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 5 Tropfen Salpetersäure, Chloride mit 0,3 ccm Silbernitrat ausgefällt, zugesetzt 17,9 ccm Mercurinitrat und neutralisirt mit 10,2 ccm Sodalösung; der Index tritt erst ein bei 18,3.

3) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen Salpetersäure, das Chlor ausgefällt mit 0,3 ccm Silbernitrat, + 18,0 ccm Mercurinitrat und neutralisirt mit 10,3 ccm Sodalösung; der Index ist deutlich nach Zusatz von 18,3 ccm $(NO_3)_2Hg$.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 0,3 + 10,3 = 25,6$; $V_2 = 18,3$; $V_1 - V_2 = 7,3 \times 0,08 = 0,584$; $18,3 - 0,55 = 17,7$.

Der verdünnte Harn war also bezüglich seines Harnstoffgehaltes 1,77 %-ig

10 ccm enthielten 0,177 gr $\overset{+}{U}$, entsprechend 0,083 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. $V = 36{,}5$; $T = 10{,}0^0$; $H_1 = 758{,}7$. Niveauabstand $= 20{,}3$ cm Kalilauge $= 2{,}0$ cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $10{,}0^0 = 9{,}16$, davon als Kalilauge $42{,}2\%$ $= 3{,}9$. $H_2 = 20 + 3{,}9 = 23{,}9$ mm.

$G = \frac{36{,}5(758{,}7 - 23{,}9).0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665.10{,}0)} = 0{,}0427$ gr N; für 10 ccm Harn also 0,085 gr Stickstoff.

In diesem Falle hat die Verbrennung 2,3% Stickstoff mehr geliefert als die aus der Titration berechnete Menge betrug.

Eine Bestimmung des Stickstoffes nach Will war bei diesem Harn nicht möglich; es wurde, je nachdem man, um die verbrauchte Quantität Schwefelsäure zu erfahren, auf den alkalischen oder sauren Index titrirte, ein ganz verschiedener Werth gefunden; im ersteren Falle fand man 0,078 gr Stickstoff, im letzteren 0,072 gr Stickstoff. Der Grund dafür muss in einem grösseren Gehalt des Harnes an Kynurensäure gesucht werden, wie ja auch Neubauer[1]) angibt, dass kynurensäurereicher Hundeharn sich nicht nach der Will-Varrentrapp'schen Methode analysiren lässt.

Analyse 22.

Der concentrirte Hundeharn wird auf das vierfache Volum verdünnt, und aus dem verdünnten Harn werden die Phosphate und Sulfate mit der Hälfte seines Volumens Liebig'scher Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden mit einer Lösung von chromsaurem Kalium versetzt; nach Zusatz von 3,3 ccm Silbernitrat tritt der Index ein.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 7 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nach Zusatz von 3,0 ccm Silbernitrat ist die Trübung mit ClNa und NO_3Ag gleich stark.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, mit 7 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, Chloride mit 3,0 ccm NO_3Ag-Lösung ausgefällt; nach Verbrauch von 19,0 ccm Mercurinitrat kommt ein deutlicher und bleibender Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 7 Tropfen Salpetersäure, + 3,0 ccm Silbernitrat, + 19,0 ccm Mercurinitrat und neutralisirt mit 10,8 ccm Sodalösung; Präparat ist leicht gelb gefärbt.

1) Neubauer-Vogel, Analyse des Harnes p. 259.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, mit 7 Tropfen NO_3H neutralisirt, Chloride mit 3,0 ccm NO_3Ag-Lösung ausgefällt, + 18,8 ccm Mercurinitrat, + 10,8 ccm Soda; deutlicher Index schon bei 19,0.

4) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 7 Tropfen NO_3H, + 3,0 ccm NO_3Ag + 18,7 ccm Mercurinitrat, + 10,6 ccm Sodalösung; der Index ist deutlich bei 19,0 und nimmt von da ab rasch zu.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 3,0 + 10,6 = 28,6$; $V_2 = 19,0$; $V_1 - V_2 = 9,6 \times 0,08 = 0,768$; $19,0 - 0,77 = 18,2$.

Der Harn war also an Harnstoff 1,82%-ig; 10 ccm Harn enthielten 0,182 gr Harnstoff = 0,085 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Analyse 1. 8 ccm verbrannt. Ohne $Cr_2O_7K_2$. $V = 54,0$; $T = 11,5^0$; $H_1 = 757,5$ mm. Niveauabstand = 18,6 cm Kalilauge = 1,4 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $11,5^0 = 10,17$, davon als Kalilauge 42,2% = 4,3. $H_2 = 14 + 4,3 = 18,3$ mm.

$$G = \frac{54(757,5 - 18,3) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 11,5)} = 0,0633 \text{ gr N.}$$

Analyse 2. Mit $Cr_2O_7K_2$. $V_1 = 54,5$; $T = 11,0^0$; $H_1 = 761,1$. Niveauabstand = 1,3 cm Hg.

Tension des Wassers bei $11,0^0 = 9,79$, davon als Kalilauge 42,2% = 4,1. $H_2 = 13 + 4,1 = 17,1$ mm.

$$G = \frac{54,5(761,1 - 17,1) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 11,0)} = 0,0645 \text{ gr N;}$$ in 10 ccm Harn waren enthalten 0,081 gr Stickstoff.

Die Titration hat in diesem Falle 4,6% Stickstoff mehr ergeben als die Verbrennung. Die Bestimmung nach Will-Varrentrapp hatte auch hier ein zu niedriges Resultat geliefert.

Analyse 23.

Der concentrirte Harn wird auf das 2,5-fache verdünnt und die Phosphate und Sulfate mit der Hälfte des Volums Liebig'scher Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. Zu 15 ccm Harnbarytmischung wird eine Lösung von chromsaurem Kalium gesetzt, nach Verbrauch von 2,5 ccm Silbernitrat erscheint der Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 5 Tropfen und

angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; nachdem 2,3 ccm Silbernitratlösung zugesetzt sind, erscheint der Index.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, mit 5 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, mit 2,3 ccm Silbernitrat die Chloride ausgefällt; nach Zusatz von 22,5 ccm Mercurinitrat kommt ein schwacher, bei 23,0 ein starker bleibender Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 5 Tropfen Salpetersäure, + 2,3 ccm Silbernitrat, + 22,0 ccm Mercurinitrat, + 12,5 ccm Sodalösuug; der Index ist deutlich bei 22,8.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H, Chloride mit 2,3 ccm NO_3Ag-Lösung ausgefällt, + 22,4 ccm Mercurinitrat, + 12,6 ccm Soda; Index ist deutlich bei 22,7.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, mit 5 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, + 2,3 ccm NO_3Ag + 22,4 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung, + 12,8 ccm Sodalösung; der Index ist deutlich bei 22,7.

Correctur.

$V_1 = 15 + 2,3 + 12,8 = 30,1$; $V_2 = 22,7$; $V_1 - V_2 = 7,4 \times 0,08 = 0,592$; $22,7 - 0,6 = 22,1$.

Der Harn war demnach bezüglich seines Harnstoffgehaltes 2,21%-ig; 10 ccm Harn enthielten 0,221 gr $\overset{+}{U}$ = 0,103 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. Es wurden wieder 8 ccm Harn mit dem Gemenge von CuO und $Cr_2O_7K_2$ verbrannt.

$V = 67,5$; $T = 13,9^0$; $H_1 = 753,7$. Niveauabstand = 8,2 cm Kalilauge = 0,8 cm Quecksilber. Tension des Wassers bei $13,9^0$ = 11,8, davon als Kalilauge 42,2% = 5,0. $H_2 = 8 + 5 = 13$ mm.

$G = \frac{67,5(753,7 - 13) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 13,9)} = 0,0787$ gr N; in 10 ccm Harn waren enthalten 0,0988 gr N. Durch die Titration wurden also 3,9% Stickstoff mehr gefunden als durch die Verbrennung.

Analyse 24.

Durch einen Tastversuch wird der Gehalt des Hundeharns an Harnstoff zu ca. 10% ermittelt; der Harn wird auf das fünffache seines Volumens verdünnt und in ihm dann die Phosphate und Sulfate mit der Hälfte seines Volumens Liebig'scher Barytmischung gefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung werden mit einer Lösung von chromsaurem Kali versetzt; nach Zusatz von 1,1 ccm NO_3Ag erscheint der Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 7 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nachdem 1,1 ccm Silbernitratlösung zugesetzt ist, ist die Trübung des Filtrates mit ClNa und NO_3Ag gleich stark.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 7 Tropfen Salpetersäure, + 1,1 ccm Silbernitrat; schwacher, bleibender Index bei 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$, bei 25,0 sehr starker Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, mit 7 Tropfen Salpetersäure neutralisirt; Chloride mit 1,1 ccm NO_3Ag ausgefällt, + 23,7 $(NO_3)_2Hg$ und neutralisirt mit 13,5 ccm Sodalösung; der Index wird deutlich nach Zusatz von 24,3 ccm $(NO_3)_2Hg$.

3) 15 ccm Harnbarytmischung mit 7 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, + 1,1 ccm Silbernitrat, + 23,9 ccm Mercurinitrat, neutralisirt mit 13,6 ccm Sodalösung, der Index wird nun erst deutlich nach Zusatz von 24,4 ccm $(NO_3)_2Hg$.

4) 15 ccm Harnbarytmischung mit 7 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, Chloride mit 1,1 ccm NO_3Ag ausgefällt, dann 24,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ zugesetzt und mit 13,7 ccm Sodalösung neutralisirt; der Index tritt nun genau bei Zusatz von 24,4 ccm Mercurinitrat ein.

Correctur.

$V_1 = 15{,}0 + 1{,}1 + 13{,}7 = 29{,}8$; $V_2 = 24{,}4$; $V_1 - V_2 = 5{,}4 \times 0{,}08 = 0{,}43$; $24{,}4 - 0{,}4 = 24{,}0$.

Mithin war der Harn an Harnstoff 2,4 %-ig; 10 ccm enthielten 0,24 gr Harnstoff = 0,112 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. $V = 47{,}1$; $T = 15{,}0^0$; $H_1 = 752{,}1$. Niveauabstand = 16,5 cm Kalilauge = 1,7 cm Quecksilber. Tension des Wassers bei $15{,}0^0$ = 12,7, davon als Kalilauge 42,2 % = 5,4. $H_2 = 17 + 5{,}4 = 22{,}4$ mm.

$$G = \frac{47{,}1(752{,}1 - 22{,}4) . 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 . 15{,}0)} = 0{,}0539 \text{ gr N};$$ in 10 ccm Harn waren $0{,}054 \times 2 + 0{,}108$ gr Stickstoff; die Titration hat in diesem Falle nur 3,5 % Stickstoff mehr ergeben als die Verbrennung.

Analyse 25.

Der Tastversuch ergibt, dass der Hundeharn an Harnstoff ca. 10,6%-ig ist; derselbe wird wieder auf das fünffache seines Volumens verdünnt; zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate genügt jedoch 1/4 des Harnvolumens Liebig'scher Barytmischung.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, mit überschüssigem chromsaurem Kali versetzt; nach Zusatz von 1,6 cm NO_3Ag erscheint der Index.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 8 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nach Zusatz von 1,2 ccm Silbernitratlösung ist die Trübung des Filtrats mit ClNa und NO_3Ag gleich stark.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung mit 8 Tropfen NO_3H neutralisirt, + 1,2 ccm Silbernitrat, nach Zusatz von 24.0 ccm $(NO_3)_2Hg$-Lösung tritt ein bleibender aber schwacher Index ein.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, mit 8 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, + 1,2 ccm Silbernitrat, + 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$, + 13,7 ccm Sodalösung; Präparat wird gelb.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, mit 8 Tropfen NO_3H neutralisirt; Chloride ausgefällt mit 1,2 ccm NO_3Ag + 23,0 ccm Mercurinitrat und neutralisirt mit 13,1 ccm Soda; der Index tritt nach Zusatz von 23,8 ccm $(NO_3)_2Hg$ ein.

4) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 8 Tropfen NO_3H, + 1,2 ccm NO_3Ag + 23,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,4 ccm Sodalösung, ein ganz schwacher Index tritt ein nach Verbrauch von 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

5) 12,5 ccm Harnbarytmischung werden mit 8 Tropfen NO_3H neutralisirt, Chloride mit 1,2 ccm NO_3Ag ausgefällt, dann 23,8 ccm $(NO_3)_2Hg$ zugesetzt und mit 13,5 ccm Sodalösung neutralisirt; genau bei 24,1 tritt der Index ein.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 1,2 + 13,5 = 27,2$; $V_2 = 24,1$; $V_1 - V_2 = 27,2 - 24,1 = 3,1 \times 0,08 = 0,248$; $24,1 - 0,3 = 23,8$.

Der Harn war demnach an Harnstoff 2,38%-ig; 10 ccm enthielten 0,238 gr Harnstoff = 0,111 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. Es wurden 8 ccm Harn verbrannt. $V = 72,5$; $T = 16,5^0$; $H_1 = 764,0$. Niveauabstand = 6,7 cm Kalilauge = 0,7 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $16,5^0 = 14,0$, davon als Kalilauge $42,2\% = 5,9$; $H_2 = 7 + 5,9 = 12,9$ mm.

$G = \frac{72,5(764 - 12,9).0,0012566}{760(1+0,003665.16,5)} = 0,085$ gr N; in 10 ccm Harn waren also 106 gr Stickstoff enthalten. Durch Titration fanden wir demnach 3,2% Stickstoff mehr als durch die direkte Stickstoffbestimmung.

Analyse 26.

Der Harn ist an $\overset{+}{U}$ ca. 12%-ig und wird auf das fünffache seines Volumens verdünnt. Aus diesem verdünnten Harn werden mit $^1/_4$ seines Volumens Liebig'scher Barytmischung die Phosphate und Sulfate ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung mit chromsaurem Kali versetzt; nach Zusatz von 0,7 ccm NO_3Ag Index.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 3 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nach Zusatz von 0,5 ccm Silbernitrat tritt der Index ein.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung mit 3 Tropfen NO_3H neutralisirt, + 0,7 ccm NO_3Ag; nach Verbrauch von 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ schwacher und von 26,0 starker Index.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, mit 3 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, +0,7 ccm Silbernitrat, + 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,2 ccm Soda, Präparat leicht gelb.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 3 Tropfen NO_3H, +0,7 ccm NO_3Ag+24,7 ccm Mercurinitrat, + 14,1 ccm Sodalösung, deutlicher Index nach Zusatz von 25,2 ccm Mercurinitrat.

4) 12,5 ccm Harnbarytmischung mit 3 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, + 0,7 ccm Silbernitrat, + 24,9 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,2 ccm Soda; Index deutlich bei 25,2, nimmt von da ab rasch zu.

Correctur.

$V_1 = 12,5+0,7+14,2 = 27,4$; $V_2 = 25,2$; $V_1 - V_2 = 2,2 \times 0,08 = 0,18$; $25,2-0,18 = 25,0$. Der Harn war also 2,5%-ig; 10 ccm davon enthielten 0,25 gr Harnstoff = 0,117 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. 8 ccm Harn wurden verbrannt. $V = 78,5$; $T = 17,0^0$, $H_1 = 761,3$; Niveauabstand = 4,6 cm Kalilauge = 0,5 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $17^0 = 14,42$, davon als Kalilauge $42,2\% = 6,1$. $H_2 = 5+6,1 = 11,1$ mm.

$G = \frac{78,5(761,3-11,1).0,0012566}{760(1+0,003665.17,0)} = 0,0917$ gr N; in 10 ccm Harn waren enthalten 0,1146 gr Stickstoff.

Durch Titration wurde in diesem Falle nur 2,0% Stickstoff mehr gefunden als durch Titration.

Analyse 27.

Harn ist wieder an $\overset{+}{U}$ ca. 12%-ig; und wird auf das 5-fache Volum verdünnt, dann mit $^1/_4$ seines Volumens Liebig'scher Barytmischung Phosphate und Sulfate gefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung mit CrO_4K_2 versetzt; nach Verbrauch von 0,5 ccm Silbernitrat tritt deutliche Orange-Färbung ein.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 3 Tropfen Salpetersäure und angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; nach Zusatz von 0,6 ccm Silbernitrat ist die Trübung des Filtrates mit NO_3Ag und ClNa gleich stark.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 3 Tropfen NO_3H, +0,6 ccm Silbernitrat, nach Zusatz von 25,0 ccm Mercurinitrat schwacher Index.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung mit 3 Tropfen Salpetersäure neutralisirt, +0,6 ccm Silbernitrat, +24,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,1 ccm Sodalösung; Index bei Zusatz von 25,2 ccm Mercurinitrat.

3) Derselbe Versuch wie 2 mit gleichem Resultate.

Correctur.

$V_1 = 12,5+0,6+14,1 = 27,2$; $V_2 = 25,0$; $V_1 - V_2 = 27,2-25,0 = 2,2 \times 0,08 = 0,18$; $25,0-0,18 = 24,8$. Der Harn war demnach bezüglich seines Harnstoffes 2,48%-ig; 10 ccm enthielten 0,248 gr $\overset{+}{U}$ = 0,116 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. Es wurden 5 ccm Harn verbrannt. V = 50,3; T = 19,0°; $H_1 = 755,6$. Niveauabstand = 15,2 cm Kalilauge = 1,5 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei 19,0° = 16,37; davon für Kalilauge 42,2% = 6,9. $H_2 = 15+6,9 = 21,9$ mm.

$G = \frac{50,3(755,6-21,9).0,0012566}{760(1+0,003665.19,0)} = 0,057$ gr N; in 10 ccm Harn waren

also enthalten 0,114 gr Stickstoff. In diesem Falle ergibt die Titration ein Plus von 1,7% Stickstoff.

Analyse 28.

Der Harn ist an $\overset{+}{U}$ ca. 12%-ig, wird auf das 5-fache verdünnt und mit $^1/_4$ seines Volumens Barytmischung Phosphate und Sulfate ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung werden mit einer Lösung von chromsaurem Kali versetzt; bei Zusatz von 0,5 ccm Silbernitrat ist der Index deutlich.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung werden neutralisirt mit 4 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen Salpetersäure; nach Verbrauch von 0,6 ccm Silbernitrat tritt der Index ein.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 4 Tropfen NO_3H + 0,6 ccm Silbernitrat, nach Zusatz von 23,0 ccm Mercurinitrat schwacher Index.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung neutralisirt, +0,6 ccm Silbernitrat, +23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 ccm Sodalösung; nach Verbrauch von 23,5 ccm Mercurinitrat Index.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, mit 4 Tropfen NO_3H neutralisirt, +0,6 ccm NO_3Ag + 23,2 ccm Mercurinitrat, +13,2 ccm Soda; bei 23,5 deutlicher Index.

4) Versuch wie bei 3, gleiches Resultat.

Correctur.

$V_1 = 12{,}5 + 0{,}6 + 13{,}2 = 26{,}3$; $V_2 = 23{,}5$; $V_1 - V_2 = 2{,}8 \times 0{,}08 = 0{,}224$; $23{,}5 - 0{,}2 = 23{,}3$.

Mithin war der Harn an Harnstoff 2,33%-ig; 10 ccm enthielten 0,233 gr $\overset{+}{U}$ = 0,109 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. 1) 5 ccm Harn wurden verbrannt. $V = 46{,}5$; $T = 18{,}5^0$ $H_1 = 760{,}1$. Niveauabstand = 16,7 cm Kalilauge = 1,7 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $18{,}5^0 = 15{,}86$. Davon für Kalilauge 42,2% = 6,7. $H_2 = 17 + 6{,}7 = 23{,}7$ mm.

$$G = \frac{46{,}5(760{,}1 - 23{,}7) . 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 . 18{,}5)} = 0{,}053 \text{ gr N};$$ in 10 ccm Harn waren also 0,106 gr Stickstoff enthalten.

2) Verbrennung von 8 ccm Harn. $V = 73,5$; $T = 18,0^0$. $H_1 = 756,6$. Niveauabstand = 6,5 cm Kalilauge = 0,7 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $18,0^0 = 15,36$, davon für Kalilauge 42,2% = 6,5. $H_2 = 7 + 6,5 = 13,5$ mm.

$G = \frac{73,5(756,6-13,5).0,0012566}{760(1+0,003665.18,0)} = 0,085$ gr N; in 10 ccm Harn waren 0,106 gr Stickstoff.

Die beiden Sticksoffbestimmungen stimmen mit einander völlig überein; durch Titration wurde 2,7% Stickstoff mehr gefunden.

Analyse 29.

Der Harn ist wiederum an $\overset{+}{U}$ ca. 12%-ig und wird auf das 5-fache seines Volumens verdünnt; zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate ist aber die Hälfte des Harnvolumens Barytmischung nöthig.

A. Titration.

I. Cloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, mit überschüssigem CrO_4K_2 versetzt; der Index tritt nach Zusatz von 0,6 ccm Silbernitrat ein.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 7 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H, nach Zusatz von 0,5 ccm NO_3Ag ist der Index da.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, mit 7 Tropfen NO_3H neutralisirt, +0,5 ccm Silbernitrat; schwacher, bleibender Index nach Zusatz von 25,0 ccm Mercurinitrat.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 7 Tropfen NO_3H, + 0,5 ccm NO_3Ag + 25,0 ccm Mercurinitrat, + 14,2 ccm Soda; Index bei Zusatz von 25,7 ccm $(NO_3)_2Hg$.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, mit 7 Tropfen NO_3H neutralisirt, + 0,5 ccm NO_3Ag + 25,7 ccm Mercurinitrat, + 14,5 ccm Soda; Index bei 26,2 ccm $(NO_3)_2Hg$.

4) 15 ccm Harnbarytmischung, + 8 Tropfen Salpetersäure, + 0,5 ccm Silbernitrat, + 26,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,7 ccm Sodalösung; Index deutlich bei 26,4 ccm Mercurinitrat.

5) 15 ccm Harnbarytmischung, + 7 Tropfen NO_3H + 0,5 ccm NO_3Ag + 26,1 ccm Mercurinitrat, + 14,7 ccm Soda; Index deutlich bei 26,4, nimmt von da ab rasch zu.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 0,5 + 14,7 = 30,2$; $V_2 = 26,4$; $V_1 - V_2 = 3,8 \times 0,08 = 0,304$; $26,4 - 0,3 = 26,1$.

Der Harn war demnach bezüglich seines Harnstoffgehaltes 2,61%-ig; 10 ccm enthielten 0,261 gr Harnstoff = 0,122 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. 5 ccm Harn wurden verbrannt. $V = 53,7$; $T = 19,3^0$; $H_1 = 753,1$. Niveauabstand = 14 cm Kalilauge = 1,4 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $19,3^0 = 16,7$, davon für Kalilauge 42,2% = 7,1. $H_2 = 14 + 7,1 = 21,1$.

$$G = \frac{53,7(753,1 - 21,1) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 19,3)} = 0,0607 \text{ gr N};$$ für 10 ccm Harn also $0,0607 \times 2 = 0,121,4$ gr Stickstoff.

Bei dieser Analyse wurde durch die Stickstoffbestimmung 0,5% Stickstoff weniger gefunden als durch die Titration.

Analyse 30.

Hundeharn nach rein vegetabilischer Kost reagirt neutral und wird zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate mit der Hälfte seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung mit CrO_4K_2 versetzt; Index nach Zusatz von 6,5 ccm NO_3Ag.

2) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H + 10 Tropfen NO_3H, Index bei Zusatz von 6,1 ccm NO_3Ag.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 6,1 ccm NO_3Ag nach Verbrauch von 27,0 ccm NO_3Ag bleibender, leichter Index.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt, + 6,1 ccm NO_3Ag + 25,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,4 ccm Soda; Index bei 27,0.

3) 15 ccm Harnbarytmischung + 5 Tropfen NO_3H + 6,1 ccm NO_3Ag + 27,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,3 ccm CO_3Na_2; Index bei 27,5.

4) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt mit 5 Tropfen NO_3H + 6,1 ccm NO_3Ag + 27,2 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,4 ccm Soda; Index bei 27,9.

5) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt, + 6,1 ccm NO_3Ag + 27,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,7; Index bei 27,9.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 6,1 + 15,7 = 36,8$; $V_2 = 27,9$; $V_1 - V_2 = 8,9 \times 0,08 = 0,712$; $27,9 - 0,7 = 27,2$.

Der Harn war demnach an Harnstoff 2,72%-ig; 10 ccm enthielten 0,272 gr $\overset{+}{U} = 0,127$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. 5 ccm Harn. $T = 18,1^0$; $V = 52,8$; $H_1 = 768,7$. Niveauabstand = 14,5 cm KOH = 1,5 cm Hg.

Tension des Wassers bei $18,1^0 = 15,5$, davon $42,2\% = 6,5$. $H_2 = 15 + 6,5 = 21,5$ mm.

$$G = \frac{52,8(768,7 - 21,5) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 18,1)} = 0,0612 \text{ gr N; für 10 ccm Harn} =$$ 0,122 gr Stickstoff.

2) 5 ccm Harn. $T = 18,1^0$; $V = 52,8$; $H_1 = 764,7$. Niveauabstand = 14,6 cm KOH = 1,5 cm Hg. $H_2 = 15 + 6,5 = 21,5$ mm.

$$G = \frac{52,8(764,7 - 21,5) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 18,1)} = 0,061 \text{ gr N; für 10 ccm Harn}$$ wieder = 0,122 gr Stickstoff.

Durch die Titration wurde 4,0% Stickstoff mehr gefunden als durch die direkte Stickstoffbestimmung nach Dumas.

Analyse 31.

Hundeharn nach rein vegetabilischer Nahrung reagirt schwach alkalisch; er muss mit der Hälfte seines Volumens Barytmischung versetzt werden.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2. Index nach Verbrauch von 9,5 ccm NO_3Ag.

2) 15 ccm Harnbarytmischung mit 2 Tropfen NO_3H neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H. Index bei Zusatz von 9,2 ccm NO_3Ag.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 2 Tropfen NO_3H + 9,2 ccm NO_3Ag; Index nach Zusatz von 15 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 9,2 ccm NO_3Ag + 15,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,5 ccm Soda; Index bei Zusatz von 15,9 ccm $(NO_3)_2Hg$.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 9,2 ccm NO_3Ag + 15,4 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,7 ccm Soda; Index bei 15,9.

4) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 9,2 ccm NO_3Ag + 15,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,8 ccm Soda; Index bei 15,9.

Correctur.

$V_1 = 15{,}0 + 9{,}2 + 8{,}8 = 33{,}0$; $V_2 = 15{,}9$; $V_1 - V_2 = 17{,}1 \times 0{,}08 = 1{,}368$; $15{,}9 - 1{,}4 = 14{,}5$.

Der Harn war demnach an Harnstoff 1,45%-ig; 10 ccm davon enthielten 0,145 gr $\overset{+}{U} = 0{,}068$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. 5 ccm Harn; $T = 19{,}4^0$; $V = 30{,}0$; $H_1 = 760{,}6$. Niveauabstand = 23,3 cm Kalilauge = 2,3 cm Hg.

Tension des Wassers bei $19{,}4^0 = 16{,}8$, davon $42{,}2\% = 7{,}1$. $H_2 = 23 + 7{,}1 = 30{,}1$.

$G = \frac{30(760{,}6 - 30{,}1) \,.\, 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 \,.\, 19{,}4)} = 0{,}0338$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,0676 gr N.

2) 10 ccm Harn; $T = 19{,}3$; $V = 58{,}5$; $H_1 = 762{,}6$. Niveauabstand = 12 ccm KOH = 1,2 ccm Hg.

Tension des Wassers bei $19{,}3^0 = 16{,}7$, davon $42{,}2\% = 7{,}1$. $H_2 = 7{,}1 + 12 = 19{,}1$.

$G = \frac{58{,}5(762 - 19{,}1) \,.\, 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 \,.\, 19{,}3)} = 0{,}067$ gr N.

Die Titration hat in diesem Falle ein mit der Verbrennung übereinstimmendes Resultat geliefert. Bei solch' verdünnten Lösungen fallen die Beobachtungsfehler zu sehr ins Gewicht, so dass die Resultate nicht mehr den Anspruch auf Genauigkeit haben können; ich möchte desshalb dieser und der folgenden Analyse keine grosse Bedeutung zusprechen.

Analyse 32.

Hundeharn nach reiner Vegetabiliennahrung, reagirt schwach alkalisch und muss mit der Hälfte seines Volumens Barytmischung versetzt werden.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2-Lösung; Index bei 9,0.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 4 Tropfen, angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; Index bei 8,8.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 8,8 ccm NO_3Ag; Index bei 15,0.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 8,8 ccm NO_3Ag + 15,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,3 ccm CO_3Na_2; Index bei 15,6.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 8,8 ccm NO_3Ag + 15,4 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,7 ccm Soda; Index bei 15,6.

4) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 8,8 ccm NO_3Ag + 15,3 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,7 ccm Soda; Index bei 15,6.

Correctur.

$V = 15{,}0 + 8{,}8 + 8{,}7 = 32{,}5$; $V_2 = 15{,}6$; $V_1 - V_2 = 16{,}9 \times 0{,}08 = 1{,}35$; $15{,}6 - 1{,}35 = 14{,}25$.

Der Harn war an $\overset{+}{U}$ 1,425 %-ig; 10 ccm enthielten 0,1425 gr $\overset{+}{U}$ = 0,067 gr N.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 10 ccm Harn. $V = 53{,}6$; $T = 18{,}9^0$; $H_1 = 756{,}6$. Niveauabstand = 13,7 cm Kalilauge = 1,4 cm Hg.

Tension des Wassers bei $18{,}9^0 = 16{,}3$, davon 42,2 % = 6,9. $H_2 = 14 + 6{,}9 = 20{,}9$.

$$G = \frac{53{,}6(756{,}6 - 20{,}9) \,.\, 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 \,.\, 18{,}9)} = 0{,}061 \text{ gr N}.$$

Die Titration hat demnach 7 % Stickstoff mehr ergeben als durch Verbrennung gefunden wurde.

Analyse 33.

Hundeharn, nach gemischter Kost frisch gelassen, reagirt alkalisch und ist ca. 5,4 %-ig; wird auf das doppelte Volum verdünnt und mit $^1/_4$ seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 4,3.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 4 Tropfen, angesäuert mit 20 Tropfen NO_3H; Index bei 4,0.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 4,0 ccm NO_3Ag; Index bei 26,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 4,0 ccm NO_3Ag + 26,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,7 ccm Soda; Index bei 26,6.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 4,0 ccm NO_3Ag + 26,3 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,8 ccm Soda; Index bei 27,1.

4) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 4,0 ccm NO_3Ag + 27,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,3 ccm Soda; Index bei 27,4.

5) Wie bei 4, gleiches Resultat.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 4,0 + 15,3 = 31,8$; $V_2 = 27,4$; $V_1 - V_2 = 4,4 \times 0,08 = 0,35$; $27,4 - 0,35 = 27,05$.

10 ccm Harn enthielten 0,2705 gr $\overset{+}{U}$ = 0,126 gr N.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. Mit 8 ccm Harn. $V = 79,5$; $T = 16,3^0$; $H_1 = 760,4$. Niveauabstand = 3,9 cm Kalilauge = 0,4 cm Hg.

Tension des Wassers bei $16,3^0 = 13,8$, davon $42,2^0/_0 = 5,8$. $H_2 = 4 + 5,8 = 9,8$ mm.

$$G = \frac{79,5(760,4 - 9,8) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 16,3)} = 0,093 \text{ gr N; für 10 ccm} = 0,116 \text{ gr}$$

Stickstoff.

2) 5 ccm Harn. $V = 51,5$; $T = 16,5^0$; $H_1 = 763,4$. Niveauabstand = 14,8 cm Kalilauge = 1,5 cm Hg.

Tension des Wassers bei $16,5^0 = 14,0$, davon $42,2^0/_0 = 5,9$. $H_2 = 15 + 5,9 = 20,9$ mm.

$$G = \frac{51,5(763,4 - 20,9) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 16,5)} = 0,059 \text{ gr N; für 10 ccm Harn}$$

= 0,118 gr N.

Durch Titration wurden hier $7,9^0/_0$ Stickstoff zu viel gefunden.

Analyse 34.

Hundeharn nach einer rein vegetabilischen Kost, der Fleischnahrung vorausgegangen war; er reagirt sauer und ist ca. $3,6^0/_0$-ig; wird mit $^1/_3$ seines Volumens verdünnt und mit der Hälfte seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 8,2 ccm NO_3Ag.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 8,0.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 8,0 ccm NO_3Ag; Index bei 19,5 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harnbarytmischung + 4 Tropfen NO_3H + 8,0 ccm NO_3Ag + 19,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 10,8 ccm Soda; Index bei 19,9.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 8,0 ccm NO_3Ag + 19,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 11,2 ccm CO_3Na_2; Index bei 20,0.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 8,0 + 11,2 = 34,2.$ $V_2 = 20,0;$ $V_1 - V_2 = 14,2 \times 0,08 = 1,136,$ $20,0 - 1,1 = 18,9.$

In 10 ccm Harn waren also 0,189 gr $\overset{+}{U}$ = 0,088 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

5 ccm Harn nach Dumas verbrannt. $V = 34,3;$ $T = 16,6^0;$ $H_1 = 758,9.$ Niveauabstand = 21 cm Kalilauge = 2,1 cm Hg.

Tension des Wassers bei $16,6^0 = 14,0$, davon $42,2\,\% = 5,9$, $H_2 = 21 + 5,9 = 26,9$ mm.

$$G = \frac{34,3(758,9 - 26,9).0,0012566}{760(1 + 0,003665.16,6)} = 0,039 \text{ gr N; in 10 ccm Harn}$$
= 0,078 gr N.

Durch die Titration wurden hier 9 % Stickstoff zu viel gefunden.

Analyse 35.

Hundeharn nach gemischter Kost reagirt schwach sauer, wird mit der Hälfte seines Volumens Wasser verdünnt und mit der Hälfte Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 11,0 ccm NO_3Ag.

2) 15,0 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 10,5.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10,5 ccm NO_3Ag; Index bei 26,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10,5 ccm NO_3Ag + 26,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,8 ccm Soda; Index bei 27,0.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10,5 ccm NO_3Ag + 26,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,2 ccm CO_3Na_2; Index bei 27,0.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V = 15,0 + 10,5 + 15,2 = 40,7$; $V_2 = 27,0$; $V_1 - V_2 = 13,7 \times 0,08 = 1,096$; $27,0 - 1,1 = 25,9$.

10 ccm Harn enthielten also 0,259 gr $\overset{+}{U} = 0,121$ gr N.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas. 8 ccm Harn. $V = 76,8$; $T = 16,7^0$; $H_1 = 756$. Niveauabstand $= 5,1$ cm Kalilauge $= 0,5$ cm Hg.

Tension des Wassers bei $16,7^0 = 14,1$, davon $44,2\,\%_0 = 6,0$. $H_2 = 5 + 6 = 11$ mm.

$G = \frac{76,8(756 - 11).0,0012566}{760(1 + 0,003665.16,7} = 0,0892$ gr N; in 10 ccm $= 0,111$ gr Stickstoff.

Die Titration hat hier ein Plus von $9,1\,\%_0$ Stickstoff ergeben.

Analyse 36.

Hundeharn nach gemischter Kost schwach sauer reagirend ca. $5,9\,\%_0$-ig, mit gleichem Volum Wasser verdünnt. Phosphate und Sulfate mit der Hälfte des Volums Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 8,4 ccm NO_3Ag.

2) 15 ccm Harnbarytmischung mit 5 Tropfen NO_3H, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 8,0.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 8,0 ccm NO_3Ag; Index bei 27,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 8,0 ccm NO_3Ag + 27,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,4 ccm Soda; Index bei 27,9.

3) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 8,0 ccm NO_3Ag + 27,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,7 ccm Soda; Index bei 28,5.

4) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 8,0 ccm NO_3Ag + 28,2 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 16,0 ccm Soda; Index bei 28,5.

Correctur.

$V_1 = 15,0 + 8,0 + 16,0 = 39,0$; $V_2 = 28,5$; $V_1 - V_2 = 10,5 \times 0,08 = 0,8$; $28,5 - 0,8 = 27,7$.

10 ccm Harn enthielten demnach 0,277 gr $\overset{+}{U} = 0,129$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas. 8 ccm Harn. $V = 83,2$; $T = 17,4$; $H_1 = 760,8$. Niveauabstand $= 2,5$ cm, Kalilauge $= 0,3$ cm Hg.

Tension des Wassers bei $17,4^0 = 14,8$, davon $42,2\% = 6,2$. $H_2 = 3 + 6,2 = 9,2$ mm.

$$G = \frac{83,2(760,8 - 9,2) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 17,4)} = 0,097 \text{ gr N}; \text{ für } 10 \text{ ccm} = 0,121 \text{ gr}$$

Stickstoff.

2) 5 ccm Harn. $V = 52,7$; $T = 18,3^0$. $H_1 = 760,7$. Niveauabstand $= 14$ cm Kalilauge $= 1,4$ cm Hg.

Tension des Wassers bei $18,3^0 = 15,6$, davon $42,2\% = 6,6$. $H_2 = 14 + 6,6 = 20,6$ mm.

$$G = \frac{52,7(760,7 - 20,6) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 18,3)} = 0,0604 \text{ gr N}; \text{ für } 10 \text{ ccm Harn}$$

$= 0,1208$ gr N.

In diesem Falle hat die Titration ein Plus von $6,2\%$ Stickstoff ergeben.

Analyse 37.

Hundeharn nach gemischter Kost schwach sauer an $\overset{+}{U}$ ca. $8,8\%$-ig, wird auf das 4fache Volum verdünnt, mit $^1/_4$ seines Vol. Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 3,4 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt mit 8 Tropfen und angesäuert mit 10 Tropfen NO_3H; Index bei 3,2.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 3,2 ccm NO_3Ag; Index bei 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 3,2 ccm NO_3Ag + 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 ccm Soda; Index bei 23,8.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 3,2 ccm NO_3Ag + 23,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,4 ccm Soda; Index bei 23,8.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 3,2 + 13,4 = 29,1$; $V_2 = 23,8$; $V_1 - V_2 = 5,3 \times 0,08 = 0,4$. $23,8 - 0,4 = 23,4$.

In 10 ccm Harn waren also 0,234 gr $\overset{+}{U} = 0,109$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach **Dumas** mit 8 ccm Harn. $V_1 = 71,9$; $T = 20,7^0$; $H_1 = 761,4$. Niveauabstand = 6,9 cm Kalilauge = 0,7 cm Hg.

Tension des Wassers bei $20,7^0 = 18,1$, davon $42,2\,\% = 7,6$. $H_2 = 7 + 7,6 = 14,6$ mm.

$G = \frac{71,9(761,4 - 14,6) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 20,7)} = 0,0826$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,1035 gr Stickstoff.

Durch die Titration wurden hier 4,6% Stickstoff mehr als durch die Verbrennung gefunden.

Analyse 38.

Hundeharn nach gemischter Kost sauer reagirend, an $\overset{+}{U}$ ca. 7,2%-ig, wird auf das 3fache Volum verdünnt, Phosphate und Sulfate mit 1/4 Volum Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 3,8 ccm NO_3Ag.

2) 12 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 3,7.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 3,7 ccm NO_3Ag; Index bei 25,0.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 3,7 ccm NO_3Ag + 25,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,5 ccm Soda; Index bei 25,6; Präparat leicht gelb;

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung neutralisirt + 3,7 ccm NO_3Ag + 25,3 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,4 ccm Soda; Index bei 25,6.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 3,7 + 14,4 = 30,6$; $V_2 = 25,6$; $V_1 - V_2 = 5,0 \times 0,08 = 0,4$. $25,6 - 0,4 = 25,2$.

10 ccm Harn enthielten demnach 0,252 gr $\overset{+}{U}$ = 0,118 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach **Dumas**. 8 ccm Harn. $V = 75,5$; $T = 20,2^0$; $H_1 = 761,4$. Niveauabstand = 5,4 cm Kalilauge = 0,5 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei 20,2° = 17,6, davon 42,2% = 7,4. $H_2 = 5 + 7,4 = 12,4$ mm.

$$G = \frac{75,5(761,4 - 12,4) \cdot 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \cdot 20,2)} = 0,0871 \text{ gr N};$$ für 10 ccm Harn = 0,109 gr N.

2) 5 ccm Harn. V = 48,0; T = 21,1°; $H_1 = 760,4$. Niveauabstand = 16 cm Kalilauge = 1,6 cm Hg.

Tension des Wassers bei 21,1° = 18,6, davon 42,2% = 7,8. $H_2 = 16 + 7,8 = 23,8$ mm.

$$G = \frac{48(760,4 - 23,8) \cdot 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \cdot 21,1)} = 0,0543 \text{ gr N};$$ für 10 ccm Harn = 0,1086 gr Stickstoff. Die Titration hat hier ein Plus von 7,6% Stickstoff ergeben.

Analyse 39.

Hundeharn nach rein vegetabilischer Kost, an $\overset{+}{U}$ ca. 3%-ig mit der Hälfte seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 16,5 ccm NO_3Ag.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 16,0.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 16,0 ccm NO_3Ag; Index bei 27,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 15 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 16,0 ccm NO_3Ag + 27,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,4 ccm Soda; Index bei 28,0.

3) 15 ccm Harnbarytmischung neutralisirt + 16,0 ccm NO_3Ag + 27,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,7 ccm Soda; Index bei 27,9.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur:

$V_1 = 15,0 + 16,0 + 15,7 = 46,7$; $V_2 = 27,9$; $V_1 - V_2 = 18,8 \times 0,08 = 1,5$; $27,9 - 1,5 = 26,4$.

10 ccm Harn enthielten also 0,264 gr $\overset{+}{U}$ = 0,123 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 8 ccm Harn. V = 79,0; T = 22,8°; $H_1 = 756,8$. Niveauabstand = 3,8 cm Kalilauge = 0,4 cm Hg.

Tension des Wassers bei $22{,}8^0 = 20{,}6$, davon $42{,}2\,\% = 8{,}7$; $H_2 = 4 + 8{,}7 = 12{,}7$ mm.

$$G = \frac{79(756{,}8 - 12{,}7).0{,}0012566}{760(1+0{,}003665.22{,}8)} = 0{,}0898 \text{ gr N};$$ in 10 ccm Harn = 0,112 gr Stickstoff. Die Titration hat hier ein Plus von 9,0% Stickstoff ergeben.

Analyse 40.

Hundeharn nach gemischter Kost, schwach sauer reagirend, an $\overset{+}{U}$ ca. 5,6%-ig, wird mit gleichem Volum Wasser verdünnt; ¼ Volum Barytmischung zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate nöthig.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 6,0 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 5,8.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 5,8 ccm NO_3Ag; Index bei 27,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 5,8 ccm NO_3Ag + 26,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,2 ccm Soda; Index bei 27,3.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung neutralisirt + 5,8 ccm NO_3Ag + 27,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 15,4 Soda; Index bei 27,4.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12{,}5 + 5{,}8 + 15{,}4 = 33{,}7$; $V_2 = 27{,}4$; $V_1 - V_2 = 6{,}3 \times 0{,}08 = 0{,}504$; $27{,}4 - 0{,}5 = 26{,}9$.

Mithin enthalten 10 ccm Harn = 0,269 gr $\overset{+}{U}$ = 0,126 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

1) Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 50{,}1$; $T = 23{,}2^0$; $H_1 = 755{,}7$. Niveauabstand = 14,7 cm Kalilauge = 1,5 cm Hg.

Tension des Wassers bei $23{,}2^0 = 21{,}1$, davon $42{,}2\% = 8{,}9$; $H_2 = 8{,}9 + 15 = 23{,}9$ mm.

$$G = \frac{50{,}1(755{,}7 - 23{,}9).0{,}0012566}{760(1+0{,}003665.23{,}2)} = 0{,}0559 \text{ gr N};$$ für 10 ccm Harn = 0,112 gr Stickstoff.

2) Mit 8 ccm Harn. $V = 79{,}7$; $T = 23{,}4^0$; $H_1 = 755{,}7$. Niveauabstand = 3,7 cm Kalilauge = 0,4 cm Hg.

Tension des H_2O bei 23,4° = 21,4, davon 42,2% = 9,0; H_2 = 4+9 = 13 mm.

$$G = \frac{79{,}7(755{,}7-13).0{,}0012566}{760(1+0{,}003665.23{,}4)} = 0{,}0896 \text{ gr N};$$ für 10 ccm Harn = 0,112 gr Stickstoff. Es hat hier die Titration ein Plus von 11,1% Stickstoff gegenüber den Verbrennungen ergeben.

Es wurde jetzt von der gemischten Kost direkt zur reinen Fleischnahrung übergegangen, und es ist interessant zu sehen, wie der Fehler allmälig kleiner wird.

Analyse 41.

Hundeharn nach Fleischkost, (1. Tag) schwach sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. 11,4%-ig, wird auf das fünffache Volum mit Wasser verdünnt; 1/4 Volum Barytmischung fällt die Phosphate und Sulfate aus.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 1,6 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 1,5.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,5 ccm NO_3Ag. Index bei 22,5 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,5 ccm NO_3Ag + 22,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 12,5 ccm Soda; Index bei 22,7.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,5 ccm NO_3Ag + 22,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 12,7 Soda; Index bei 22,8.

4) Versuch 2 mit gleichem Resultat wiederholt.

Correctur.

$V_1 = 12{,}5 + 1{,}5 + 12{,}7 = 26{,}7$; $V_2 = 22{,}8$; $V_1 - V_2 = 3{,}9 \times 0{,}08 = 0{,}312$; $22{,}8 - 0{,}3 = 22{,}5$.

10 ccm Harn enthalten also 0,225 gr $\overset{+}{U}$ = 0,105 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 8 ccm Harn. $V = 70{,}2$; $T = 23{,}4°$; $H_1 = 756{,}2$; Niveauabstand = 7,3 cm Kalilauge = 0,7 cm Hg.

Tension des Wassers bei 23,4° = 21,4, davon 42,2% = 9,0; H_2 = 9 + 17 = 16 mm.

$G = \frac{70,2(756,2 - 16).0,0012566}{760(1 + 0,003665.23,4)} = 0,0791$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,099 gr Stickstoff. Die Titration hat hier noch ein Plus von 5,7 % Stickstoff ergeben.

Analyse 42.

Hundeharn nach Fleischkost (2. Tag) schwach sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. 12%-ig; er wird auf das fünffache Volum mit Wasser verdünnt; zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate ist $^1/_4$ des Volums Barytmischung nöthig.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 0,5 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 0,4.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,4 ccm NO_3Ag; Index bei 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,4 ccm NO_3Ag + 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 ccm Soda; Index bei 24,4.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,4 ccm NO_3Ag + 24,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,7 Soda; Index bei 24,4.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 0,4 + 13,7 = 26,6$; $V_2 = 24,4$; $V_1 - V_2 = 2,2 \times 0,08 = 0,176$; $24,4 - 0,2 = 24,2$.

In 10 ccm Harn waren also enthalten = 0,242 gr Harnstoff = 0,113 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 8 ccm Harn. $V = 75,5$; $T = 23,8^0$; $H_1 = 754,4$. Niveauabstand = 5,3 cm Kalilauge = 0,5 cm Hg.

Tension des Wassers bei $23,8^0 = 21,9$, davon $42,2\% = 9,2$. $H_3 = 5 + 9,2 = 14,2$ mm.

$G = \frac{75,5(754,4 - 14,2).0,0012566}{760(1+0,003665.23,8)} = 0,0851$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,1064 gr Stickstoff. Die Titration hat demnach 5,6 % Stickstoff zu viel ergeben.

Analyse 43.

Hundeharn nach Fleichkost (3. Tag), an $\overset{+}{U}$ ca. 12,8%-ig, auf's fünffache Volumen verdünnt. Zur Ausfällung der Phosphote und Sulfate ist ¼ seines Volumens Barytmischung nöthig.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 1,3 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt +10 Tropfen NO_3H; Index bei 1,3.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt +1,3 ccm NO_3Ag; Index bei 24,5 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt +1,3 ccm NO_3Ag+24,5 ccm $(NO_3)_2Hg$+13,9 ccm Soda; Index bei 25,0.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,3 ccm NO_3Ag+24,7 ccm $(NO_3)_2Hg$+14,0 ccm Soda; Index bei 25,0.

4) Versuch wie bei 3 mit gleichem Resultat.

Correctur.

$V_1 = 12,5+1,3+14,0 = 27,8$; $V_2 = 25,0$; $V_1-V_2 = 2,8\times0,08 = 0,224$; $25,0-0,2 = 24,8$.

10 ccm Harn enthielten demnach 0,248 gr $\overset{+}{U}$ = 0,116 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 8 ccm Harn. V = 79,0; T = 23,9°, H = 756. Niveauabstand = 3,9 cm Kalilauge = 0,4 cm Hg.

Tension des Wassers bei 23,9° = 22,0, davon 42,2% = 9,3. H_2 = 9,3+4 = 13,3 mm.

$$G = \frac{79(756-13,3).0,0012566}{760(1+0,003665.23,9)} = 0,0895 \text{ gr N}$$; für 10 ccm = 0,112 gr Stickstoff.

Es wurden hier noch 3,4% Stickstoff durch die Titration zu viel gefunden.

Analyse 44.

Hundeharn nach Fleischkost (4. Tag), stark sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. 11,2%-ig, wird auf das 5-fache Volumen verdünnt. Phosphate und Sulfate werden mit ¼ des Harn-Volumens Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung $+CrO_4K_2$; Index bei 2,8 ccm NO^3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt +10 Tropfen NO_3H; Index bei 2,5.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 2,5 ccm NO_3Ag; Index bei 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt +2,5 ccm NO_3Ag+23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$+ 13,1 ccm Soda; Index bei 23,5.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt +2,5 ccm NO_3Ag+23,4 ccm $(NO_3)_2Hg$+13,3 ccm Soda; Index bei 23,7.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

V_1=12,5+2,5+13,3 = 28,3; V_2=23,7; V_1-V_2=4,6×0,08=0,368; 23,7—0,4 = 23,3. 10 ccm Harn enthielten folglich 0,233 gr $\overset{+}{U}$ = 0,109 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. V=49,4; T=25,1°; H_1 = 755,5. Niveauabstand = 15,3 cm Kalilauge = 1,5 cm Hg.

Tension des Wassers bei 25,1° = 23,7, davon 42,2% = 10,0. H_2 = 10+15 = 25 mm.

$$G = \frac{49,4(755,5-25).0,0012566}{760(1+0,003665.25,1)} = 0,0546 \text{ gr N; für 10 ccm Harn} =$$

0,109 gr Stickstoff.

Erst jetzt stimmen Titration und Verbrennung mit einander überein.

Analyse 45.

Hundeharn nach Fleischkost, stark sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. 12%-ig, wird auf das 5-fache Volumen verdünnt; zur Ausfällung der Phosphate und Sulfate mit $^1/_4$ seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung $+CrO_4K_2$; Index bei 1,4 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 1,3.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12.5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,3 ccm NO_3Ag; Index bei 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,3 ccm NO_3Ag + 23,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,3 ccm Soda; Index bei 24,0.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,3 ccm NO_3Ag + 23,8 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 ccm Soda, Präparat gelb.

4) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,3 ccm NO_3Ag + 23,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,5 ccm Soda; Index bei 23,9.

5) Versuch und Resultat wie bei 4.

Correctur:

$V_1 = 12{,}5 + 1{,}3 + 13{,}5 = 27{,}3$; $V_2 = 23{,}9$; $V_1 - V_2 = 3{,}4 \times 0{,}08 = 0{,}272$; 23,9 — 0,27 = 23,6.

Demnach waren in 10 ccm Harn enthalten = 0,236 gr $\overset{+}{U}$ = 0,110 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 47{,}0$; $T = 22{,}8^0$; $H_1 = 760{,}4$.

Niveauabstand = 16,5 cm Kalilauge = 1,7 cm Hg.

Tension des Wassers bei $22{,}8^0 = 20{,}6$; davon $42{,}2\,\%_0 = 8{,}7$; $H_2 = 17 + 8{,}7 = 25{,}7$.

$$G = \frac{47(760{,}4 - 25{,}7).0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665.22{,}8)} = 0{,}053 \text{ gr N};$$ für 10 ccm Harn = 0,106 gr N.

Mein College, Herr Braun, hatte die Güte von diesem Harn ebenfalls eine Analyse zu machen.

Seine Zahlen sind folgende: $V = 47{,}1$; $T = 22{,}8^0$; $H_1 = 760{,}4$; Niveauabstand = 20,5 cm Kalilauge = 2,0 cm Quecksilber.

Tension des Wassers bei $22{,}8^0 = 20{,}6$, davon $42{,}2\%_0 = 8{,}7$. $H_2 = 20 + 8{,}7 = 28{,}7$.

$$G = \frac{47{,}1(760{,}4 - 28{,}7).0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665.22{,}8)} = 0{,}053 \text{ gr N}.$$

Durch die Titration wurde in diesem Falle wieder 3,6 $\%_0$ Stickstoff zu viel gefunden.

Analyse 46.

Hundeharn nach Fleischkost, sauer reagirend, an $\overset{+}{U}$ ca. 12,2 $\%_0$-ig, wird auf das 5-fache Volum verdünnt und zur Titration mit $^1/_4$ seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung $+ CrO_4K_2$; Index bei 1,2 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 1,0.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt +1,0 ccm NO_3Ag; Index bei 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt +1,0 ccm NO_3Ag + 24,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,9 ccm Soda; Index bei 25,2.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,0 ccm NO_3Ag + 24,8 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,1 ccm Soda; Index bei 25,4.

4) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,0 ccm NO_3Ag + 25,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,3 ccm Soda; Index bei 25,4.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 1,0 + 14,3 = 27,8$; $V_2 = 25,4 = 2,4 \times 0,08 = 0,192$; $25,4 - 0,2 = 25,2$.

10 ccm Harn enthielten also 0,252 gr $\overset{+}{U} = 0,118$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn, $V = 51,5$; $T = 22,1^0$; $H_1 = 757,6$. Niveauabstand $= 17,2$ cm Kalilauge $= 1,7$ cm Hg.

Tension des Wassers bei $22,1^0 = 19,8$, davon $42,2\% = 8,4$; $H_2 = 17 + 8,4 = 25,4$ mm.

$$G = \frac{51,5(757,6-25,4).0,0012566}{760(1+0,003665.22,1)} = 0,58 \text{ gr N, für 10 ccm} = 0,116 \text{ gr}$$

Stickstoff.

Die Titration hat den Stickstoffgehalt um 1,6% zu gross ergeben.

Analyse 47.

Hundeharn nach Fütterung von Fleisch und Fett, an $\overset{+}{U}$ ca. 12,4%-ig, wird auf das 5-fache Volum verdünnt; für die Titration mit ¼ seines Volumen Liebig'scher Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung $+ CrO_4K_2$; Index bei 0,7 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 0,6.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,6 ccm NO_3Ag; Index bei 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,6 ccm NO_3Ag + 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,2 Soda; Index bei 25,3.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,6 ccm NO_3Ag+25,3 ccm $(NO_3)_2Hg$+14,8 Soda, Präparat gelb.

4) Versuch und Resultat wie bei 2.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 0,6 + 14,2 = 27,3$; $V_2 = 25,3$; $V_1 - V_2 = 2,0 \times 0,08 = 0,16$; $25,3 - 0,2 = 25,1$.

10 ccm Harn enthalten demnach 0,251 gr $\overset{+}{U}$ = 0,117 gr N.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 50,7$; $T = 21,5^0$; $H_1 = 755,3$. Niveauabstand = 17,8 cm Kalilauge = 1,8 cm Hg.

Tension des Wassers bei $21,5^0 = 19,1$, davon $42,2\,^0/_0 = 8,0$. $H_2 = 18 + 8 = 26$ mm.

$$G = \frac{50,7(755,3 - 26) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 21,5)} = 0,057 \text{ gr N; für 10 ccm} = 0,014 \text{ gr}$$

Stickstoff.

Die Titration hat $2,7\,^0/_0$ Stickstoff zu viel geliefert.

Analyse 48.

Hundeharn nach Darreichung von Fleisch und Fett stark sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. $14\,^0/_0$-ig, wird auf das 6-fache Volumen verdünnt. Phosphate und Sulfate mit $^1/_4$ Volum Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 0,8 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt; + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 0,6,

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,6 ccm NO_3Ag; Index bei 22,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,6 ccm NO_3Ag + 22,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 12,5 ccm Soda; Index bei 22,5 stark.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,6 ccm NO_3Ag + 22,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 12,55 Soda; Index bei 22,4.

Bei Zusatz von 22,2 ccm $(NO_3)_2Hg$ wird das Präparat gelb.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 0,6 + 12,5 = 25,6$; $V_2 = 22,4$; $V_1 - V_2 = 3,2 \times 0,08 = 0,26$; $22,4 - 0,3 = 22,1$.

Es enthielten demnach 10 ccm Harn = 0,221 gr $\overset{+}{U}$ = 0,103 gr N.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 44,5$; $T = 22,0^0$; $H_1 = 757,1$. Niveauabstand = 17 cm Kalilauge = 1,7 cm Hg.

Tension des Wassers bei $22,0^0 = 19,66$, davon $42,2\,^0/_0 = 8,3$. $H_2 = 17 + 8,3 = 25,3$ mm.

$$G = \frac{44,5(757,1 - 25,3) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 22,0)} = 0,050 \text{ gr N};$$ in 10 ccm Harn also 0,100 gr Stickstoff.

Titration und Stickstoffbestimmung differiren um $2,9\,^0/_0$.

Analyse 49.

Hundeharn nach Fütterung von Fleisch und Fett stark sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. $12,5\,^0/_0$-ig, wird auf das 5-fache Volum verdünnt; zur Titration mit $^1/_4$ seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 0,5 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 0,4.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,4 ccm NO_3Ag; Index bei 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,4 ccm NO_3Ag + 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,2 Soda; Index bei 25,7.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,4 ccm NO_3Ag + 25,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,4 ccm Soda; Index bei 25,9.

4) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 0,4 ccm NO_3Ag + 25,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,5 ccm CO_3Na_2; Index bei 25,9.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 0,4 + 14,5 = 27,4$; $V_2 = 25,9$; $V_1 - V_2 = 1,5 \times 0,08 = 0,12$; $25,9 - 0,1 = 25,8$.

10 ccm Harn sollen demnach enthalten 0,258 gr $\overset{+}{U} = 0,120$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 53,8$; $T = 21,8^0$; $H_1 = 752,7$. Niveauabstand = 16,9 cm Kalilauge = 1,7 cm Hg.

Tension des Wassers bei $21,8^0 = 19,4$, davon $42,2\,^0/_0 = 8,1$. $H_2 = 8,1 + 17 = 25,1$.

$$G = \frac{53,8(752,7 - 25,1) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 21,8)} = 0,0595 \text{ gr N; für 10 ccm Harn} =$$

0,119 gr Stickstoff.

2. Bestimmung (Braun). $V = 51,5$; $T = 21,6^0$; $H_1 = 761,8$. Niveauabstand = 15,9 cm Kalilauge = 1,6 cm Hg.

Tension des Wassers bei $21,6^0 = 19,2$ davon, $42,2\,^0/_0 = 8,1$. $H_2 = 16 + 8,1 = 24,1$ mm.

$$G = \frac{51,5(761,8 - 24,1) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 21,6)} = 0,0582 \text{ gr N.}$$

Die Differenz zwischen Titration und Verbrennung liegt innerhalb der Fehlergrenzen.

Analyse 50.

Hundeharn nach Füttern von Fleisch und Fett, an $\overset{+}{U}$ ca. $11\,^0/_0$-ig, reagirt stark sauer und wird auf das 5fache Volumen verdünnt. Zur Titration wird er mit $^1/_4$ seines Vol. Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 1,8 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 1,8.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 1,8 cc NO_3Ag; Index bei 22,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 1,8 ccm NO_3Ag + 22,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 12,5 ccm Soda; Index bei 22,8.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 1,8 ccm NO_3Ag + 22,8 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,0 ccm Soda; Index bei 23,1.

4) Versuch 3 wiederholt mit gleichem Resultat.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 1,8 + 13,0 = 27,8$; $V_2 = 23,1$; $V_1 - V_2 = 4,2 \times 0,08 = 0,336$; $23,1 - 0,3 = 22,8$.

10 ccm Harn sollen demnach enthalten 0,228 gr $\overset{+}{U} = 0,107$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 46,0$; $T = 19,5^0$; $H_1 = 754,1$. Niveauabstand = 19,2 cm Kalilauge = 1,9 cm Hg.

Tension des Wassers bei $19,5^0 = 16,86$, davon $42,2\,\% = 7,1$. $H_2 = 19 + 7,1 = 26,1$.

$G = \frac{46(754,1 - 26,1) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 19,5)} = 0,052$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,104 gr Stickstoff.

Titration und Stickstoffbestimmung differiren um 2,7 %.

Analyse 51.

Hundeharn am 2. Hungertag, stark sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. 10%-ig, wird auf das $4^1/_2$fache Volumen verdünnt; Phosphate und Sulfate zur Titration mit $^1/_4$ des Harnvolumens Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 1,5 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 1,4.

II. Harnstoff.

1) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 1,4 ccm NO_3Ag; Index bei 22,5 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 1,4 ccm NO_3Ag + 22,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 12,8 ccm Sodalösung; Index bei 23,2.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 1,4 ccm NO_3Ag + 22,9 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 ccm Soda; Index bei 23,2.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 1,4 + 13,1 = 27,0$; $V_2 = 23,2$; $V_1 - V_2 = 3,8 \times 0,08 = 0,304$; $23,2 - 0,3 = 22,9$.

10 ccm Harn sollen also enthalten 0,229 gr $\overset{+}{U} = 0,107$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 cm Harn. $V = 45{,}5$; $T = 19{,}5^0$; $H_1 = 750{,}6$. Niveauabstand = 19,6 ccm Kalilauge = 20 ccm Hg.

Tension des Wassers bei $19{,}5^0 = 16{,}86$, davon $42{,}2\,\%_0 = 7{,}1$. $H_2 = 20 + 7{,}1 = 27{,}1$.

$$G = \frac{45{,}5(750{,}6 - 27{,}1)\,.\,0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665\,.\,19{,}5)} = 0{,}051$$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,102 gr Stickstoff.

In diesem Falle hat die Titration einen um $4{,}5\,\%_0$ zu grossen Stickstoffgehalt ergeben.

Analyse 52.

Hundeharn am 8. Hungertag, sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. $9\,\%_0$-ig, wird auf das $4^1/_2$-fache Volum verdünnt; zur Titration mit $^1/_4$ seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 0,4 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 0,4.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 0,4 ccm NO_3Ag; Index bei 15,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 0,4 ccm NO_3Ag + 15,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,5 ccm CO_3Na_2; Index bei 15,4.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 0,4 ccm NO_3Ag + 15,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 8,6 ccm CO_3Na_2; Index bei 15,4.

Correctur.

$V_1 = 12{,}5 + 0{,}4 + 8{,}6 = 21{,}5$; $V_2 = 15{,}4$; $V_1 - V_2 = 6{,}1 \times 0{,}08 = 0{,}488$
$15{,}4 - 0{,}5 = 14{,}9$.

10 ccm Harn sollen demnach enthalten 0,149 gr $\overset{+}{U}$ = 0,0696 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 30{,}0$; $T = 18{,}8^0$; $H_1 = 755{,}7$. Niveauabstand = 25 cm Kalilauge = 2,5 cm Hg.

Tension des Wassers bei $13{,}8^0 = 16{,}15$, davon $42{,}2\,\%_0 = 6{,}8$. $H_2 = 25 + 6{,}8 = 31{,}8$.

$$G = \frac{30(755,7 - 31,8).0,0012566}{760(1 + 0,003665.78,8)} = 0,0336;$$ für 10 ccm Harn = 0,0672 gr Stickstoff.

Die Titration hat in diesem Falle einen um 3,3% zu hohen Werth ergeben.

Analyse 53.

Hundeharn, an $\overset{+}{U}$ ca. 5,2%-ig, schwach sauer, nach gemischter Kost; er wird auf das doppelte Volum verdünnt; zur Titration Phosphate Sulfate mit 1/4 des Harnvolums Barytwasser ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 6,0 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 5,7.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 5,7 ccm NO_3Ag; Index bei 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 5,7 ccm NO_3Ag + 25,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,2 ccm Soda; Index bei 25,2 Präparat leicht gelb.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 5,7 ccm NO_3Ag + 24,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,0 ccm Soda; Index bei 25,2.

4) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 5,7 ccm NO_3Ag + 24,9 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,2 ccm Soda; Index bei 25,2.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 5,7 + 14,2 = 32,4$; $V_2 = 25,2$; $V_1 - V_2 = 7,2 \times 0,08 = 0,576$; $25,2 - 0,6 = 24,6$.

Hiernach enthalten 10 ccm Harn = 0,246 gr Harnstoff = 0,115 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 48,4$; $T = 24,9^0$, $H_1 = 757,1$. Niveauabstand = 18,5 cm Kalilauge = 1,9 cm Hg.

Tension des Wassers bei $24,9^0 = 23,4$, davon $42,2\% = 9,8$. $H_2 = 19 + 9,8 = 28,8$ mm.

$$G = \frac{48,4(757,1 - 28,8).0,0012566}{760(1 + 0,003665.24,9)} = 0,0534$$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,107 gr Stickstoff.

Die Titration hat also hier wieder einen um 6,9% zu hohen Stickstoffgehalt ergeben.

Analyse 54.

Hundeharn nach gemischter Kost sauer reagirend, an $\overset{+}{U}$ ca. 5,8%-ig, wird auf das doppelte Volum verdünnt, zur Titration mit 1/4 seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 5,8 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 5,4.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 5,4 ccm NO_3Ag; Index bei 24,0.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 5,4 ccm NO_3Ag + 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 ccm Soda; Index bei 24,6.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 5,4 ccm NO_3Ag + 24,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,9 ccm Soda; Index bei 24,8.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 5,4 + 13,9 = 31,8$; $V_2 = 24,8$; $V_1 - V_2 = 7,0 \times 0,08 = 0,56$; $24,8 - 0,6 = 24,2$. 10 ccm Harn sollen also enthalten = 0,242 gr Harnstoff = 0,113 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 47,5$; $T = 24,2^0$. $H_1 = 758,0$. Niveauabstand = 18,9 cm Kalilauge = 1,9 cm Hg.

Tension des Wassers bei $24,2^0 = 22,45$, davon $42,2\% = 9,5$. $H_2 = 9.5 + 19 = 28,5$ mm.

$G = \frac{47,5(758 - 28,5) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 24,2)} = 0,0526$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,105 gr Stickstoff.

Durch Titration wurde der Gehalt des Harnes an Stickstoff um 7,0% zu hoch gefunden.

Analyse 55.

Hundeharn nach gemischter Kost, sauer reagirend, ca. 6%-ig, auf das dreifache Volum verdünnt und mit 1/4 seines Volums Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 8,2 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 7,8.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 7,8 ccm NO_3Ag; Index bei 18,5.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 7,8 ccm NO_3Ag + 18,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 10,5 ccm Soda; Index bei 19,3.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 7,8 ccm NO_3Ag + 19,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 10,8 ccm Soda; Index bei 19,3.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 7,8 + 10,8 = 31,1$; $V_2 = 19,3$; $V_1 - V_2 = 1,8 \times 0,08 = 0,944$; $19,3 - 0,9 = 18,4$. 10 ccm Harn sollen demnach enthalten = 0,184 gr Harnstoff = 0,086 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 35,5$; $T = 23,7^0$; $H_1 = 759$. Niveauabstand = 23,3 cm Kalilauge = 2,3 cm Hg.

Tension des Wassers bei $23,7^0 = 21,79$, davon 42,2 % = 9,2. $H_2 = 23 + 9,2 = 32,2$ mm.

$$G = \frac{35,5(759 - 32,2) \,.\, 0,0012566}{760(1 + 0,003665 \,.\, 23,7)} = 0,039 \text{ gr N; in 10 ccm} = 0,078 \text{ gr}$$

Stickstoff.

In diesem Falle wurde der Stickstoffgehalt des Harnes durch die Titration um 9,2 % zu hoch gefunden.

Analyse 56.

Hundeharn nach gemischter Kost, ca. 5,6 %-ig, reagirt sauer und wird auf das $2^1/_2$-fache Volumen verdünnt; zur Titration die Phosphate und Sulfate mit $^1/_4$ des Harnvolums Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 11,0 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 10,9.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10,9 ccm NO_3Ag; Index bei 23,5.

2) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt, + 10,9 ccm NO_3Ag + 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 ccm Soda; Index bei 23,6.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung, + 10,9 ccm NO_3Ag, + 23,3 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,28 ccm Soda; Index bei 23,6.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V = 12,5 + 10,9 + 13,3 = 36,7$; $V_2 = 23,6$; $V_1 - V_2 = 13,1 \times 0,08 = 1,048$; $23,6 - 1,0 = 22,6$. In 10 ccm Harn sollen also enthalten sein 0,226 gr Harnstoff = 0,106 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 42,8$; $T = 22,3^0$; $H_1 = 755,2$. Niveauabstand = 21 cm Kalilauge = 2,1 cm Hg.

Tension des Wassers bei $22,3^0 = 20,02$, davon $42,2\,\%_0 = 8,5$. $H_2 = 21 + 8,5 = 29,5$ mm.

$G = \frac{42,8(755,2 - 29,5).0,0012566}{760(1+0,003665.22,3)} = 0,0475$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,095 gr Stickstoff.

Folglich ist durch die Titration der Stickstoffgehalt des Harnes um $10,3\,\%_0$ zu gross gefunden worden.

Analyse 57.

Bisher war der Hund mit gemischter Kost gefüttert worden und musste nun hungern. Leider gelang es erst am dritten Hungertage die genügende Menge Harn zu erhalten. Derselbe war ca. $8\%_0$-ig, reagirte stark sauer und hatte eine tiefbraune Farbe; er wurde auf das $3^1/_2$-fache Volum verdünnt und dann mit $^1/_4$ seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 3,8 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 3,7.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 3,7 ccm NO_3Ag; Index bei 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 3,7 ccm NO_3Ag + 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 ccm Soda; Index bei 23,6.

3) 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 3,7 ccm NO_3Ag + 23,3 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,28 ccm Soda; Index bei 23,6.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12,5 + 3,7 + 13,3 = 29,5$; $V_2 = 23,6$; $V_1 - V_2 = 5,9 \times 0,08 = 0,472$; $23,6 - 0,5 = 23,1$.

Der Harn soll also enthalten in 10 ccm = 0,231 gr Harnstoff = 0,108 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 44,2$; $T = 21,7^0$; $H_1 = 755,8$. Niveauabstand = 19,99 cm Kalilauge = 20 cm Hg.

Tension des Wassers bei $21,7^0 = 19,3$, davon $42,2\,\%$ = 8,1. $H_2 = 8,0 + 20 = 28,0$ mm.

$$G = \frac{44,2(755,8 - 28).0,0012566}{760(1 + 0,003665.21,7)} = 0,049 \text{ gr N}$$; in 10 ccm Harn = 0,098 gr Stickstoff

Durch die Titration wurde der Stickstoffgehalt des Harnes um 9,2 % zu gross gefunden.

Analyse 58.

Hundeharn am 6. Hungertag ca. 8 %-ig, reagirt stark sauer und wird, auf das $3\frac{1}{2}$-fache Volumen verdünnt und dann zur Titration mit $\frac{1}{4}$ seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 2,3 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 2,0.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 2,0 ccm NO_3Ag; Index bei 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 2,0 ccm NO_3Ag + 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 ccm Soda; Index bei 25,0.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 2,0 ccm NO_3Ag + 24,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,1 ccm Soda; Index bei 25,0.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12{,}5 + 2{,}0 + 14{,}1 = 28{,}6$; $V_2 = 25{,}0$; $V_1 - V_2 = 3{,}6 \times 0{,}08 = 0{,}288$; $25{,}0 - 0{,}3 = 24{,}7$.

Mithin sollen 10 ccm Harn enthalten 0,247 gr Harnstoff = 0,115 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 48{,}0$; $T = 20{,}0^0$; $H_1 = 760$. Niveauabstand = 18,9 cm Kalilauge = 1,9 cm Hg.

Tension des Wassers bei $20^0 = 17{,}39$, davon $42{,}2\%$ = 7,3. $H_2 = 19 + 7{,}3 = 26{,}3$ mm.

$$G = \frac{48(760 - 26{,}3).0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665.20)} = 0{,}0543 \text{ gr N; für 10 ccm Harn} = 0{,}1086 \text{ gr}$$

Stickstoff,

Durch die Titration wurde hier nur noch 5,2% Stickstoff zu viel gefunden.

Analyse 59.

Der Hund wurde nur mit Fleisch und reinem Amylum gefüttert; der Harn reagirte schwach alkalisch, war ca. 4%-ig und wurde mit der Hälfte seines Volumens Wasser verdünnt. Phosphate und Sulfate wieder mit 1/4 des Harnvolumens Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 10,5 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 10,9.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt + 10,9 ccm NO_3Ag; Index bei 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10,9 ccm NO_3Ag + 23,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,1 ccm CO_3Na_2; Index bei 23,9.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10,9 ccm NO_3Ag + 23,7 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,5 ccm CO_3Na_2; Index bei 24,0.

4) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10,9 ccm NO_3Ag + 23,8 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 ccm CO_3Na_2; Index bei 24,0.

Correctur.

$V_1 = 12{,}5 + 10{,}9 + 13{,}5 = 36{,}9$; $V_2 = 24{,}0$; $V_1 - V_2 = 12{,}9 \times 0{,}08 = 1{,}032$; $24{,}0 - 1{,}0 = 23{,}0$.

10 ccm Harn sollen also enthalten 0,23 gr $\overset{+}{U} = 0{,}107$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 44{,}0$; $T = 19{,}3^0$; $H_1 = 753{,}1$. Niveauabstand = 19,98 cm Kalilauge = 2,0 cm Hg.

Tension des Wassers bei 19,3° = 16,66, davon 42,2 % = 7,0. $H_2 = 7{,}0 + 20 = 27{,}0$ mm.

$G = \frac{44(753{,}1 - 27) \,.\, 0{,}0012566}{760(10 + {,}003665 \,.\, 19{,}3)} = 0{,}0493$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,0986 gr Stickstoff.

Die Titration ergab also hier ein Plus von 7,4 % Stickstoff.

Analyse 60.

Hundeharn nach Füttern von Fleisch und Amylum, reagirt sauer, ist ca. 7%-ig, und wird auf das 3-fache Volumen verdünnt; zur Titration mit ¼ seines Volumens Barytmischung versetzt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 4,5 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 4,4.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 4,4 ccm NO_3Ag; Index bei 24,5 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 2,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 4,4 ccm NO_3Ag + 24,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,9 ccm CO_3Na_2; Index bei 25,1.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 4,4 ccm NO_3Ag + 25,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 14,3 ccm CO_3Na_2; Index bei 25,4.

4) Versuch und Resultat wie bei 3.

Correctur.

$V_1 = 12{,}5 + 4{,}4 + 14{,}1 = 31{,}0$; $V_2 = 25{,}4$; $V_1 - V_2 = 5{,}6 \times 0{,}08 = 0{,}448$; $25{,}4 - 0{,}5 = 24{,}9$.

10 ccm Harn sollen also enthalten = 0,249 gr $\overset{+}{U} = 0{,}116$ gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 48{,}3$; $T = 20{,}1^0$; $H_1 = 753{,}4$. Niveauabstand = 18,2 cm Kalilauge = 1,8 cm Hg.

Tension des Wassers bei $20{,}1^0 = 17{,}5$, davon $42{,}2\% = 7{,}3$. $H_2 = 18 + 7{,}3 = 25{,}3$ mm.

$G = \frac{48{,}3(753{,}4 - 25{,}3) . 0{,}0012566}{760(1 + 0{,}003665 . 20{,}1)} = 0{,}054$ gr N; für 10 ccm Harn = 0,108 gr Stickstoff.

Durch die Titration wurde hier 6,9% Stickstoff mehr als durch die direkte Stickstoffbestimmung gefunden.

Analyse 61.

Hundeharn, nach Füttern von Fleisch und Amylum, reagirt sauer ca. 7%-ig, wird auf das 3 fache Volumen verdünnt. Phosphate und Sulfate mit 1/4 seines Volumens Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 8,2 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen NO_3H; Index bei 8,0.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 8,0 ccm NO_3Ag; Index bei 23,5 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 8,0 ccm NO_3Ag + 23,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,3 ccm CO_3NA_2; Index bei 24,0.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 8,0 ccm NO_3Ag + 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 Soda; Index bei 24,4.

4) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 8,0 ccm NO_3Ag + 24,1 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,7 CO_3Na_2; Index bei 24,4.

Correctur:

$V_1 = 12{,}5 + 8{,}0 + 13{,}7 = 34{,}2$; $V_2 = 24{,}4$; $V_1 - V_2 = 9{,}8 \times 0{,}08 = 0{,}784$; $24{,}4 - 0{,}8 = 23{,}6$.

10 ccm Harn sollen folglich enthalten = 0,236 gr $\overset{+}{U}$ = 0,110 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 45{,}6$; $T = 20{,}3^0$; $H_1 = 752$. Niveauabstand = 19,7 ctm Kalilauge = 2,0 cm Hg.

Tension des Wassers bei 20,3° = 17,72, davon 42,2% = 7,5, H_2 = 20 + 7,5 = 27,5.

$$G = \frac{45,6(752-27,5).0,0012566}{760(1+0,003665.20,3.)} = 0,051 \text{ gr N, in 10 ccm Harn} = 0,102 \text{ gr}$$

Stickstoff.

Durch die Titration wurde in diesem Falle 7,2% Stickstoff zu viel gefunden.

Analyse 62.

Hundeharn nach Fütterung von Fleisch und Amylum an $\overset{+}{U}$ ca. 6%-tig, reagirt sauer und wird auf das 2½-fache Volumen verdünnt. Phosphate und Sulphate mit ¼ des Harn-Volumens Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 7,8 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen Salpetersäure; Index bei 7,5.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 7,5 ccm NO_3Ag; Index bei 23,5 ccm $(NO_3)_2Hg$.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 7,5 ccm NO_3Ag + 23,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,4 ccm Soda; Index bei 23,7.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 7,5 ccm NO_3Ag + 23,6 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,4 ccm Soda, Praeparat gelb.

4) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 7,5 ccm NO_3Ag + 23,4 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,3 ccm Soda; Index bei 23,7.

Correctur:

$V_1 = 12,5 + 7,5 + 13,3 = 33,3$; $V_2 = 23,7$; $V_1 - V_2 = 9,6 \times 0,08 = 0,768$; 23,7 — 0,8 = 22,9.

10 ccm sollen demnach enthalten 0,229 gr Harnstoff = 0,107 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. V = 44,6; T = 19,8°; H_1 = 743. Niveauabstand = 20 cm Kalilauge = 20 cm Hg.

Tension des Wassers bei 19,8° = 17,18; davon 42,2% = 7,2; H_2 = 20 + 7,2 = 29,2.

$$G = \frac{44,6(743-27,2).0,0012566}{760(1+0,003665.19,8)} = 0,049 \text{ gr N, für 10 ccm Harn} =$$

0,098 gr Stickstoff.

Die Titration hat also hier ein Plus von 8,3 % an Stickstoff ergeben.

Analyse 63.

Hundeharn nach Fütterung von Fleisch und Amylum, reagirt sauer, an $\overset{+}{U}$ ca. 5,2 procentig, wird auf das doppelte Volum verdünnt. Phosphate und Sulfate mit $^1/_4$ Volum Barytmischung ausgefällt.

A. Titration.

I. Chloride.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung + CrO_4K_2; Index bei 12,7 ccm NO_3Ag.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 10 Tropfen Salpetersäure; Index bei 12,4.

II. Harnstoff.

1) Tastversuch. 12,5 ccm Harnbarytmischung, neutralisirt, + 12,4 ccm NO_3Ag; Index bei 24,0.

2) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 12,4 ccm NO_3Ag + 24,0 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,6 ccm Soda; Index bei 24,5.

3) 12,5 ccm neutralisirte Harnbarytmischung + 12,4 ccm NO_3Ag + 24,3 ccm $(NO_3)_2Hg$ + 13,8 ccm Soda; Index bei 24,6.

Bei Zusatz von 24,5 ccm $(NO_3)_2Hg$ wird das Praeparat beim Neutralisiren gelb.

Correctur:

$V_1 = 12,5 + 12,4 + 13,8 = 38,7$; $V_2 = 24.6$; $V_1 - V_2 = 14,1 \times 0,08 = 1,128$; $24,6 - 1,1 = 23,5$.

Es sollen demnach 10 ccm Harn enthalten 0,235 gr Harnstoff = 0,110 gr Stickstoff.

B. Stickstoffbestimmung.

Nach Dumas mit 5 ccm Harn. $V = 45,0$; $T = 18,5°$; $H_1 = 751,7$. Niveauabstand = 19,8 ccm Kalilauge = 2,0 cm Hg.

Tension des Wassers bei 18,5° = 15,35, davon 42,2 % = 6,5; $H_2 = 6,5 + 20 = 26,5$.

$$G = \frac{45(751,7-26,5).0,0012566}{760(1+0,003665.18,5)} = 0,0505 \text{ gr N, für 10 ccm Harn} =$$

0,101 gr Stickstoff.

Durch die Titration wurden in dieser Analyse 8,1 % Stickstoff zu viel gefunden.

Uebersichtstabelle.

No. der Analyse.	Art des Harnes.	Stickstoffgehalt nach der Titration berechnet in gr.	Stickstoffgehalt nach Dumas.	Stickstoffgehalt nach Will-Varrentrapp.	Differenz zwischen Titration und Stickstoffbestimmung in %.	Angaben über Nahrung.
1	Mensch	0,119	0,108	—	9,1	
2	"	0,137	0,126	0,126	8,0	
3	"	0,1335	0,131	0,129	2,2	
4	"	0,065	0,060	0,0616	8,0	
5	"	0,115	0,105	0,104	8,7	
6	"	0,103	0,094	0,094	8,7	
7	"	0,104	0,096	0,095	7,7	
8	"	0,152	0,141	0,140	7,2	Gemischte Kost.
9	"	0,114	0,104	0,105	8,7	
10	"	0,1075	0,097	0,097	9,6	
11	"	0,100	0,090	0,088	10,0	
12	"	0,145	0,133	0,132	8,4	
13	"	0,145	0,134	0,134	7,9	
14	"	0,119	0,106	0,105	10,9	
15	"	0,083	0.077	0,075	7,2	
16	"	0,140	0,129	0,128	7,8	
17	künstl. Harn	0,154	0,153	—	0,6	
18	"	0,117	0,116	—	0,8	
19	"	0,1135	0,1134	—	0,0	
20	"	0,111	0,110	—	0,8	
21	Hund	0,083	0,085(?)	—	2,3	
22	"	0,085	0,081	—	4,6	
23	"	0,103	0,099	—	3,9	
24	"	0,112	0,108	—	3,5	Fleischnahrung nach vorhergegangener gemischter Kost.
25	"	0,111	0,106	—	4,5	
26	"	0,117	0,1146	—	2,0	
27	"	0,116	0,114	—	1,7	
28	"	0,109	0,1065	—	2,7	
29	"	0,122	0,1214	—	0,5	
30	"	0,127	0,122	—	4,0	Rein vegetab. Kost.
31	"	0,068	0,067	—	1,2	"
32	"	0,067	0,061	—	9,1	"
33	"	0,126	0,117	—	7,9	Gemischte Kost.
34	"	0,088	0,078	—	11,3	Vegetabilien.
35	"	0,121	0,111	—	9,1	
36	"	0,129	0,121	—	6,2	
37	"	0,109	0,1035	—	5,0	
38	"	0,118	0,109	—	7,6	Gemischte Kost.
39	"	0,123	0,112	—	9,0	
40	"	0,126	0,112	—	11,1	

No. der Analyse.	Art des Harnes.	Stickstoffgehalt nach der Titration berechnet in gr.	Stickstoffgehalt nach Dumas.	Stickstoffgehalt nach Will-Varrentrapp.	Differenz zwischen Titration und Stickstoffbestimmung in %.	Angaben über Nahrung.
41	Hund	0,105	0,099	—	5,7	Fleischkost, direkt anschliessend an die gemischte Kost.
42	"	0,113	0,1064	—	5,6	
43	"	0,116	0,112	—	3,4	
44	"	0,109	0,109	—	—	Fleischkost.
45	"	0,110	0,106	—	3,6	
46	"	0,118	0,116	—	1,6	
47	"	0,117	0,114	—	2,5	Fleisch und Fett.
48	"	0,103	0,100	—	2,9	
49	"	0,120	0,119	—	0,8	
50	"	0,107	0,104	—	2,7	
51	"	0,107	0,102	—	4,5	Hunger.
52	"	0,0696	0,0672	—	3,3	"
53	"	0,115	0,107	—	6,9	Gemischte Kost.
54	"	0,113	0,105	—	7,0	
55	"	0,086	0,078	—	9,2	
56	"	0,106	0,095	—	10,3	
57	"	0,108	0,098	—	9,2	Hunger.
58	"	0,115	0,1086	—	5,2	"
59	"	0,107	0,0986	—	7,4	Fleisch u. Amylum, nach vorheriger mehrtägiger Fleischkost.
60	"	0,116	0,108	—	6,9	
61	"	0,110	0,102	—	7,2	
62	"	0,107	0,098	—	8,4	
63	"	0,110	0,104	—	8,2	

Werfen wir einen Blick auf die vorstehende Tabelle, so fällt uns gleich bei der Versuchsreihe mit Menschenharn auf, dass durch die Titration immer zu viel Stickstoff gefunden wurde, und es handelt sich um beträchtliche Mengen. In einem Falle z. B. ergab die Titration auf 100 mgr titriten Stickstoffes ein Plus von 10 mgr N = 21 mgr $\overset{+}{\text{U}}$. Mit anderen Worten: 2,1 ccm Quecksilberlösung mehr als die dem Stickstoff entsprechende Menge mussten zugesetzt werden, um den Index zu erhalten.

Nachdem wir diese bedeutenden und constant nach einer Seite neigenden Fehler der Titration beim Menschenharn gefunden hatten, trat an uns die Aufgabe heran, Hundeharn nach reiner Fleischkost, der also nur wenig andere stickstoffhaltige Körper ausser dem Harnstoff enthält, zu untersuchen. Wir constatirten jetzt, dass die Titration zuweilen mit der Verbrennung überein-

stimmende Resultate, zuweilen aber auch etwas höhere Werthe lieferte, die nicht mehr im Bereiche der Fehlergrenzen beider Methoden lagen. Dieses Resultat kann uns nicht überraschen, wenn wir bedenken, dass der Hund auch bei reiner Fleischnahrung immer Glycogen und andere Kohlehydrate etc. erhält, und dass im Hundeharn die Kynurensäure in wechselnden Mengen enthalten ist.

Jene annähernde resp. völlige Uebereinstimmung zwischen Titration und direkter Stickstoffbestimmung trat aber nur dann ein, wenn das Fleisch schon längere Zeit gefüttert worden war, während bei direktem Anschluss der Fleischkost an die gemischte noch mehrere Tage hindurch die Titration bedeutend höhere Werthe als die Verbrennung lieferte. Nur in einer einzigen Analyse wurde in dieser Versuchsreihe bei Fleischnahrung durch die Titrirmethode zu wenig Stickstoff gefunden, und dürfte dieses Resultat wohl auf einem Beobachtungsfehler beruhen.

Die Vermuthung lag natürlich nahe, bei dem Hunde gereichter gemischter Kost wieder höhere Differenzen als bei der vorigen Versuchsreihe und gleich grosse wie beim Menschenharn aufzufinden. Wir untersuchten auch, ob die Fehler der Titrirmethode ihren höchsten Werth erreichen würden bei rein vegetabilischer Nahrung. Die Resultate waren jedoch wenig befriedigend. Der Hund schied einen stark alkalischen, sich rasch zersetzenden Harn aus, der von Tag zu Tag ärmer an Harnstoff wurde, so dass zuletzt die Beobachtungsfehler einen zu grossen Einfluss auf die erhaltenen Zahlen haben mussten. Wir gingen daher zur gemischten Nahrung über, und nun lieferte die Titration wieder so grosse Fehlerwerthe wie beim Menschenharn. Die Einwirkung der gemischten Kost auf die Titration bei nachfolgender Fleischnahrung haben wir oben schon erwähnt.

Ein solcher Einfluss liess sich auch erwarten, sobald der Hund von seinem eigenen Fleische zehrte. Anschliessend an die gemischte Kost hungerte der Hund und lieferte längere Zeit einen Harn, bei welchem durch die Titration beträchtlich mehr Stickstoff gefunden wurde, als durch die Verbrennung. Leider konnte während der 6 Hungertage (Vers. 57 u. 58) nur am 3. und 6. Tage die zur Untersuchung genügende Menge Harn erhalten werden; die Differenz vom 3. Tage ab war bedeutend geringer als die der ersten Tage, und man darf wohl annehmen, dass am 5.—6. Tage die Differenz ziemlich klein geworden war. Beim Hungern nach

vorhergegangener Fleischkost (Vers. 51 u. 52) verhält sich die Differenz fast wie bei Fleischkost; die im Anfange des Hungerns bemerkte grössere Differenz hängt, wie durch spätere Untersuchungen wahrscheinlich gemacht wird, vielleicht mit dem Verbrauch des aufgespeicherten Glykogens zusammen.

Was verursachte nun diese Differenz zwischen den Resultaten der Titration und der Verbrennung? Die Analysen 47—50 hatten gezeigt, dass man dem Fleische Fett beigeben kann, ohne dass die Titration mit grösseren Fehlern behaftete Resultate gibt.

Man könnte vermuthen, dass stickstoffhaltige Körper, die aus dem Brode oder dem Gemüse stammen, entweder unzerlegt oder wenigstens nicht als Harnstoff in dem Harne ausgeschieden und durch Quecksilberlösung ebenfalls gefällt werden.

Möglich war aber auch, dass die Kohlehydrate die Natur der amidartigen Spaltungsproducte beeinflussen u. dergl. mehr. Der Hund wurde desshalb mit Fleisch und reiner Stärke gefüttert und sofort trat wieder die Differenz in den Analysen auf, fast in derselben Grösse wie beim Menschenharn. Damit war bewiesen, dass es vorzugsweise die Kohlehydrate sind, die jenen Fehler bei der Titrationsmethode hervorrufen.

Ob andere Körper aus dem Brod und Gemüse den Fehler noch vergrössern helfen, muss dahin gestellt bleiben.

Ein tieferer Einblick in diese complicirten Verhältnisse und das Auffinden jener Körper ist nur durch eine eingehende und zeitraubende Untersuchung möglich, die noch anzustellen bleibt.

Von dem Gesichtspunkte aus, dass die Kohlehydrate die Zersetzungsprodukte des Organismus ändern, können wir auch die Thatsache erklären, dass am 2. Hungertage nach vorausgegangener Fleischnahrung die Titration zu viel Stickstoff ergeben hatte. Der Hund hatte bei der reinen Fleischnahrung in seiner Leber Glycogen aufgespeichert, und dieses wurde beim Hungern in verhältnissmässig grosser Menge wieder in den Stoffwechsel übergeführt.

Welche Resultate die Titrationsmethode bei pathologischen Harnen liefert, kann ich nicht angeben; doch glaube ich auf Grund von einigen Analysen, die nicht oben mitgetheilt sind, annehmen zu müssen, dass auch hier die Titration ungenaue Werthe ergibt.

Vergleichen wir noch die in der Tabelle zusammengestellten Zahlen mit den Resultaten der übrigen Analytiker, so tritt uns

besonders bei der Versuchsreihe mit dem Menschenharn ein Unterschied entgegen: Immer wurde bei unseren Analysen durch die Titrirmethode zu viel Stickstoff gefunden, während die früheren Analytiker meistens zu wenig, in vielen Fällen aber auch zu viel Stickstoff erhalten haben. Zur Erklärung dieser unregelmässigen Ergebnisse muss darauf hingewiesen werden, dass alle diese früheren Resultate erhalten waren, bevor Pflüger auf die mannigfachen Fehlerquellen und Cautelen bei der Titration aufmerksam gemacht hatte.

In welcher Weise diese Analytiker den Harnstoff titrirt haben, lässt sich aus ihren Arbeiten nicht ersehen. Nur von Voit wissen wir, dass er weder bei der Stellung des Titers, noch bei der Titrirung im Harne neutralisirt hat. Gegen diese Voit'sche Methode ist aber einzuwenden, dass er Quecksilberlösungen von wechselndem Säuregehalte und Concentration verwendet und zu einer Zeit titrirt, wo man die nothwendigen Cautelen der Titration noch nicht kannte. Ueber Titration des Harnstoffs in saurer Lösung findet sich Genaueres in der folgenden Arbeit von Braun[1]).

Ob die übrigen Analytiker gleichfalls nicht neutralisirt, oder nach der alternirenden Methode titrirt haben, oder ob sie vielleicht gar den Titer mit Neutralisation gestellt und bei der Titrirung im Harne nicht mehr neutralisirt haben, das muss dahin gestellt bleiben. Sicher ist aber durch Pflüger erwiesen, dass das Verfahren der alternirenden Neutralisation leicht zu niedrige Werthe liefert.

Bei den Versuchsreihen mit Hundeharn wurde, wenn das Resultat zwischen der Titrirmethode und der Verbrennung nicht übereinstimmte, immer mehr Stickstoff durch die Titration als durch die direkte Bestimmung erhalten, während Voit und Gruber, unter deren Analysen auch einige übereinstimmende vorkommen, bald mehr, bald weniger Stickstoff durch die Titration fanden. Dieses Plus oder Minus fällt häufig nicht mehr in die Fehlergrenze. Durch die Analysen des künstlichen Harnes ist nochmals erwiesen worden, dass das Pflüger'sche Verfahren der Titration bei reinen Harnstofflösungen genaue Werthe liefert und demnach das principiell richtige Verfahren ist.

---

1) Ueber die Fehlerquellen bei Titration des Harnstoffes mit Mercurinitrat, in diesem Archiv S. 277 ff.

Durch unsere übrigen Versuche ist gezeigt, dass bei wissenschaftlichen Untersuchungen die Bestimmung des Stickstoffes im Harne durch die Harnstofftitration niemals erlaubt ist, sobald gemischte Kost dem Versuchsobjekt gereicht wird. Selbst bei reiner Fleischnahrung event. mit Beimengung von Fett sind die durch Titration erhaltenen Resultate nicht so genau, dass sie unbedingtes Vertrauen erwecken könnten. Will man aber trotzdem bei Fleischkost den Stickstoff im Harne durch die Titration bestimmen, so ist es unerlässlich, dass das Fleisch schon längere Zeit gefüttert wird, bevor man den Versuch beginnt. Da die Titration in den ersten Hungertagen ebenfalls falsche, d. h. zu hohe Werthe liefert, und dies sogar nach Fleischnahrung der Fall zu sein scheint (siehe Versuch 50), so ist ihre Anwendung zur Untersuchung des Harnes von hungernden Individuen abzurathen.

Das Gesammtergebniss unserer Untersuchungen, lässt die Behauptung gerechtfertigt erscheinen, dass bei Stoffwechseluntersuchungen die Harnstofftitration nicht mehr zur Bestimmung des Stickstoffes im Harne benutzt werden darf, dass vielmehr ausschliesslich Methoden, die zur direkten Bestimmung des Stickstoffes angegeben sind, in Anwendung kommen sollen.

Am Schlusse dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Prof. Pflüger für seine Unterstützung durch Rath und That meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Herrn Dr. Pott sage ich für seine freundliche Hilfe meinen verbindlichsten Dank.

(Aus dem physiologischen Institut zu Bonn.)

Ueber einige Fehlerquellen bei Titration des Harnstoffs mit Mercurinitrat.

Von

Dr. **Hermann Braun,**

prakt. Arzt.

Die Literatur, welche seit der Veröffentlichung Liebig's vom Jahre 1853 „Ueber einige Harnstoffverbindungen und eine neue Methode zur Bestimmung von Kochsalz und Harnstoff im Harn“ [1]) über diese von Liebig angegebene Methode der Harnstoffbestimmung erschienen ist, lässt keinen Zweifel darüber, dass sich im Laufe der Zeit eine ganze Reihe von Verfahren aus jenem ursprünglichen herausgebildet hat. Gleichwohl ist es, soweit sich dies aus der vorliegenden Literatur wenigstens beurtheilen lässt, bis zum Erscheinen der Pflüger'schen Arbeit „Ueber die quantitative Bestimmung des Harnstoffs“ [2]) nicht zum Bewusstsein der nach diesen verschiedenen Verfahren Arbeitenden gekommen, dass dieselben sich von einander gar nicht unwesentlich unterscheiden und dass dieselben zu verschiedenen, beziehungsweise fehlerhaften Resultaten führen.

Nachdem nun bereits durch die Pflüger'schen Arbeiten die ganz bedeutenden Fehlerquellen aufgedeckt worden sind, welche dem alternirenden Verfahren bei Neutralisation mit Soda anhaften und nachdem in ebendenselben die Kautelen angegeben worden sind, unter welchen die Titration des Harnstoffs zu geschehen hat oder vielmehr eine neue und exakte Methode beschrieben wurde, welche zu möglichst genauen Werthen führt, erscheint es nicht überflüssig, diejenigen Verfahren näher zu prüfen, bei welchen die Neutralisation der Harnstoffquecksilbermischung ganz unterbleibt. Es ist dies um so nothwendiger, als nach diesem Verfahren jene Harnstoffbestimmungen gewonnen sind, welche Voit in seinen „Untersuchungen über die Zersetzungen der stickstoffhaltigen Stoffe

1) Liebigs Annal. d. Chemie u. Pharmacie Bd. 85, p. 289.

2) Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. XXI, p. 248.

im Thierkörper" [1]) in Rechnung zieht. Die Wichtigkeit der Untersuchungen über die Stickstoffbilanz lassen es dringend geboten erscheinen, dass gerade hier unsere Schlussfolgerungen möglichst genaue und richtige Werthe zur Grundlage haben und zwingen uns, die von Neubauer in seinem Handbuche beschriebene und im Münchener Laboratorium nach Gruber's Angabe bis zum Jahre 1870 geübte Methode einer Kontrole zu unterwerfen. Demgemäss habe ich es denn der Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, Geh.-Rath Pflüger folgend unternommen, das, was die quantitative Harnstoffbestimmung mit salpetersaurer Quecksilberoxydlösung ohne Neutralisation zu leisten im Stande ist, des Nähern zu bestimmen.

Es war zunächst unsere Aufgabe, den Wirkungswerth einer salpetersauren Quecksilberoxydlösung, welche nach den Liebig'schen Vorschriften bereitet war und welche also im Liter Lösung 77,2 gr Quecksilberoxyd enthalten muss, festzustellen. Die verschiedenen Lösungen, welche ich zu diesem Zwecke bedurfte, wurden nach dem im Bonner Laboratorium üblichen Verfahren, wie es in Pflüger's Archiv Bd. XXI pag. 248 u. f. beschrieben ist, hergestellt.

Nachdem in dieser Weise meine Lösungen bereitet waren, schritt ich zur Stellung des Titers der Quecksilberlösung. Hierbei folgte ich genau den von Pflüger gegebenen Vorschriften. Nachdem die Lösung so verdünnt war, dass bei Titration von 10 ccm 2%-iger Harnstofflösung der Index genau nach Zusatz von 20 ccm Quecksilberlösung bei Neutralisation mit 11,4 ccm Sodalösung erschien, konnte ich dazu übergehen, den Wirkungswerth der Quecksilberlösung für den Fall, dass keine Neutralisation der ganzen Mischung mit Sodalösung stattfand, zu eruiren.

Dabei ging ich so vor, dass ich die Quecksilberlösung rasch und in einem Strahl bei fortwährendem Umschütteln der Mischung zusetzte. Ebenso beeilte ich mich mit der Prüfung auf den Index, da sich schon nach früheren Beobachtungen vermuthen liess und durch spätere Versuche auch in der That herausstellte, dass das Erscheinen des Index nicht unabhängig ist von der Zeitdauer, welche die Titration in Anspruch nimmt. Es ergab sich nun folgende Versuchsreihe:

1) Zeitschrift f Biolog. Bd. I.

Versuch 1.

10 ccm 2 % Harnstofflösung; dazu werden in einem Strahle gesetzt 18,0 ccm Quecksilberlösung.

Der Index erscheint bei Apposition eines Tropfens Normalsodalösung zu einem Tropfen der Mischung sofort und stark.

Versuch 2.

10 ccm 2 % Harnstofflösung; dazu in gleicher Weise 18,0 ccm Quecksilberlösung.

Der Index erscheint sofort und stark.

Versuch 3.

10 ccm 2 % Harnstofflösung; dazu 17,5 ccm Quecksilberlösung.

Der Index erscheint sofort kräftig.

Versuch 4.

10 ccm 2 % Harnstofflösung; dazu 17,3 ccm Quecksilberlösung.

Der Index erscheint innerhalb weniger Secunden deutlich.

Versuch 5 und 6.

10 ccm 2 % Harnstofflösung; dazu 17,2 ccm Quecksilberlösung.

Der Index erscheint nach einiger Zeit, aber wenig deutlich.

Versuch 6 und 7.

10 ccm 2 % Harnstofflösung; dazu 17,1 ccm Quecksilberlösung.

Kein Index.

Versuch 8 und 9.

10 ccm 2 % Harnstofflösung; dazu 17,3 ccm Quecksilberlösung.

Der Index erscheint nach wenigen Sekunden deutlich.

Die vorstehende Versuchsreihe lehrt also Folgendes:

Wird zu 10 ccm 2 %-iger Harnstofflösung Quecksilberlösung, von welcher nach dem Pflüger'schen Verfahren und gemäss des von Liebig aufgestellten Wirkungswerthes 1 ccm 0,01 gr Harnstoff anzeigt, in einem Strahle zugesetzt und auf den Index geprüft ohne vorherige Neutralisation der ganzen Mischung, so zeigen 17,3 ccm Quecksilberlösung 0,2 gr Harnstoff an. Der Wirkungswerth eines Kubikcentimeters Quecksilberlösung ist also für diesen Fall 0,2 : 17,3 oder 0,0115 gr Harnstoff.

Es fragte sich nun, in wie weit dieser Werth auch für andere als 2 %-ige Lösungen bei Anwendung der Liebig'schen Korrektur als ein constanter anzusehen ist. Mit Rücksicht auf diese Frage titrirte ich ganz in der angegebenen Weise Harnstofflösungen, deren Gehalt an Harnstoff zwischen 0,5 und 8 % betrug.

0,5%-ige Harnstofflösung. (Fünf Versuche.)

40 ccm Lösung, welche also 0,2 gr Harnstoff enthalten, bedürfen zur Hervorrufung der Indication 18,6 ccm Quecksilberlösung.

Die Rechnung für die Liebig'sche Korrektur ergibt Folgendes:

Zur Untersuchung hatten wir 40 ccm Harnstofflösung. Ziehn wir nun von der doppelten Anzahl Kubikcentimeter der Harnstofflösung 80 die Anzahl der verbrauchten Kubikcentimeter Quecksilberlösung 18,6 ab, so bleibt als Rest 61,4. Auf je 5 ccm, welche man weniger als das doppelte Volum der Harnstofflösung gebraucht, sind 0,1 ccm abzuziehen. In unserm Fall sind also 1,2 ccm abzuziehen. 17,4 ccm Quecksilberlösung sollen also den wahren Gehalt der Lösung an Harnstoff anzeigen. Wie ersichtlich ist der Fehler verschwindend. Derselbe beträgt nur 0,05% Harnstoff und kommt also nicht in Betracht.

0,66%-ige Harnstofflösung. (Fünf Versuche.)

30 ccm Lösung mit einem Gehalt an Harnstoff von 0,2 gr gebrauchen an Quecksilberlösung 18,4 ccm. Bei Anwendung der Liebig'schen Korrektur reduciren sich diese auf 17,6 ccm. Der Fehler beträgt 1,2% Harnstoff.

1%-ige Harnstofflösung. (Sechs Versuche.)

20 ccm Lösung mit einem Gehalt von 0,2 gr Harnstoff gebrauchen an Quecksilberlösung 17,95 ccm. Die Liebig'sche Korrektur gibt 17,50 ccm. Der Fehler beträgt 0,625% Harnstoff.

1,33%-ige Harnstofflösung. (Sechs Versuche.)

15 ccm Lösung enthalten 0,2 gr Harnstoff und gbrauchen an Quecksilberlösung 17,7 ccm. Die Liebig'sche Korrektur gibt 17,45 ccm. Der Fehler beträgt 0,3% Harnstoff.

1,6%-ige Harnstofflösung. (Sechs Versuche.)

12,5 ccm Lösung enthalten 0,2 gr Harnstoff und gebrauchen an Quecksilberlösung 17,55 ccm. Die Liebig'sche Korrektur ergibt 17,4 ccm. Der Fehler beträgt 0,5% Harnstoff.

1,8%-ige Harnstofflösung. (Sechs Versuche.)

11,0 ccm Lösung enthalten 0,2 gr Harnstoff und gebrauchen an Quecksilberlösung 17,4 ccm. Die Liebig'sche Korrectur gibt 17,3 ccm. Fehler 0,0.

2,5%-ige Harnstofflösung. (Sechs Versuche.)

8 ccm Lösung enthalten 0,2 gr Harnstoff. Der Index erscheint nach Zusatz von 17,1 ccm Quecksilberlösung. Korrigirt man nach der von Liebig vorgeschriebenen Weise, indem man 2 ccm Wasser zu der Mischung setzt und nochmals auf den Index prüft, so verschwindet derselbe nicht ganz, sondern wird nur undeutlicher. Bei Zusatz von 0,1 ccm Quecksilberlösung hat derselbe wieder die vorige Stärke. Der Fehler beträgt 0,1% Harnstoff.

3%-ige Harnstofflösung. (Fünf Versuche.)

6,6 ccm Lösung enthalten 0,2 gr Harnstoff. Der Index erscheint nach Zusatz von 16,85 ccm Quecksilberlösung. Nach dem erforderlichen Wasserzusatz ist derselbe erst bei 17,0 ccm deutlich. Der Fehler beträgt 2,0% Harnstoff.

4%-ige Harnstofflösung. (Fünf Versuche.)

5,0 ccm Lösung enthalten 0,2 gr Harnstoff. Der Index erscheint nach Zusatz von 16,6 ccm Quecksilberlösung und bleibt auch nach Wasserzusatz bei neuer Probe bestehen. Der Fehler beträgt 4,25% Harnstoff.

8%-ige Harnstofflösung. (Fünf Versuche.)

2,5 ccm der Lösung enthalten 0,2 gr Harnstoff. Der Index erscheint nach Zusatz von 16,2 ccm Quecksilberlösung. Derselbe bleibt auch nach Wasserzusatz unverändert. Der Fehler beträgt 6,35% Harnstoff.

Welches ist nun das Gesammtergebniss der angeführten Versuchsreihe? Wenn wir die Grösse der Fehler, welche bei der Harnstoffbestimmung in der angegebenen Weise gemacht werden, betrachten, so stellt sich zunächst ein bedeutender Unterschied heraus zwischen denjenigen Lösungen, welche mehr als 0,2 gr Harnstoff in 10 ccm Lösung enthalten und denjenigen, welche weniger enthalten. Für letztere beträgt der Maximalfehler bei Anwendung der Liebig'schen Korrektur 1,2% Harnstoff, für erstere, wenn wir die achtprocentige Lösung, welche in der That wohl kaum zu unserer Untersuchung kommen wird, ausser Betracht lassen, 4,25% Harnstoff. Dieser Unterschied stellt sich freilich erst heraus, wenn die Liebig'sche Korrektur angewandt wird. Ohne Anwendung dieser ist das Plus an verbrauchter Quecksilberlösung für 0,5%ige Lösungen 1,3 ccm und das Minus an verbrauchter Quecksilberlösung für 8%ige Lösungen 1,1 ccm. Die Grösse des Fehlers ist also für entsprechendem grösseren, respektive geringeren Gehalt an Harnstoff annähernd gleich. Was nun die Anwendbarkeit der Harnstoffbestimmung ohne Neutralisation bei Prüfung auf den Index durch Apposition eines Sodatropfens zu einem Tropfen der Mischung angeht, so ist es ohne weiteres klar, dass diese Art der Harnstoffbestimmung da, wo es sich für den Physiologen um genaue Werthe handelt, also namentlich auch bei der Bestimmung der Stickstoffbilanz im thierischen Körper, durchaus nicht angewendet werden darf, aber auch für das Bedürfniss des praktischen Arztes kann der Grad ihrer Genauigkeit nicht als hinreichend betrachtet werden. Bei den verdünnteren Lösungen

beträgt allerdings der Maximalfehler nicht mehr als 1,2% Harnstoff und der Durchschnittsfehler 0,445% und dieser Umstand war es, der mich veranlasste zu suchen, ob nicht etwa durch Einführung einer anderen als der Liebig'schen Korrektur für die concentrirteren Lösungen auch für diese der Fehler verringert werden könnte. Da es nun bei der Harnuntersuchung allgemein üblich ist, 10 ccm zur Analyse zu verwenden, so muss die Korrektur mit denjenigen Werthen rechnen, welche bei 10 ccm Lösung gewonnen werden. Ich hatte nun bei meinen Versuchen stets die nämliche Menge Harnstoff nämlich 0,2 gr in Lösung und musste mich daher überzeugen, ob ich entsprechende Werthe erhielt, wenn ich verschiedene Quanta Lösung mit demselben Procentgehalt analysirte. Dabei beschränkte ich mich auf die Untersuchung 3- und 4%iger Lösungen. Eine Reihe von Versuchen hatte folgendes Ergebniss:

	Es gebrauchen an Quecksilberlösung	
	3% $\overset{+}{\text{U}}$-Lösung.	4% $\overset{+}{\text{U}}$-Lösung.
5,0 ccm	— ccm	16,6 ccm
6,6 „	16,85 „	— „
10,0 „	— „	33,2 „
13,3 „	33,7 „	— „

Ganz analoge Versuche liegen vor von Nowak, welcher ebenfalls Harnstoffanalysen mittelst Merkurinitratlösung ohne Neutralisation machte. Es heisst bei ihm: „Bei einem gleichen Procentgehalt an Harnstoff verlangen verschiedene Mengen der Harnstofflösung proportionale Mengen der Quecksilberoxydflüssigkeit“[1]. Das übereinstimmende Ergebniss dieser Versuche schien mir zu genügen, um die volle Proportionalität an Quecksilberverbrauch für verschiedene Mengen Lösungen mit demselben Procentgehalt an Harnstoff zu beweisen. Ich fand nun, dass folgende Korrektur für Harnstofflösungen, welche mehr als 0,2 gr Harnstoff in 10 ccm Lösung enthalten, sehr genaue Werthe gibt. Für jeden ccm Quecksilberlösung, welchen man auf 10 ccm Harnstofflösung mehr als 20 ccm gebraucht, ist zu der Anzahl der verbrauchten ccm Queck-

1) Nowak, Ueber die Harnstoffbestimmung mittelst titrirter salpetersaurer Quecksilberlösung. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissenschaften zu Wien 1873. Math.-naturw. Klasse. 67. Bd. Abth. III, p. 50.

silberlösung 0,1 ccm zu addiren, damit man richtige Werthe erhalte. Die Rechnungen für Lösungen von verschiedenem Gehalte stellen sich so dar:

8%-ige Lösung.

10 ccm Harnstofflösung gebrauchen 64,8 ccm Quecksilberlösung.

64,8 — 20,0 = 44,8

Die angenommene Korrektur schreibt vor 44,8 : 10,0 = 4,4 ccm zu den gebrauchten 64,8 ccm zu addiren. Die Summe beträgt 69,2 ccm. Die richtige Anzahl, welche den wahren Harnstoffgehalt angibt für den Fall, dass 17,3 ccm 0,2 gr Harnstoff bedeuten, ist auch 69,2. Also ist der Fehler 0,0.

4%-ige Lösung.

10 ccm Harnstofflösung gebrauchen 33,2 ccm Quecksilberlösung.

33,2 — 20,0 = 13,2

Es sind zu den gebrauchten 1,3 ccm hinzu zu addiren. Die Summe beträgt 34,5. Den wahren Gehalt an Harnstoff würden 34,6 ccm Quecksilberlösung angeben Der Fehler beträgt 0,295 % Harnstoff.

3%-ige Lösung.

10 ccm Harnstofflösung gebrauchen 25,3 ccm Quecksilberlösung.

25,3 — 20,0 = 5,3

Es sind zu den gebrauchten 0,5 ccm hinzu zu addiren. Die Summe ist 25,8 ccm. Den wahren Gehalt an Harnstoff geben 25,8 ccm Quecksilber an. Der Fehler ist 0,0.

2,5%-ige Lösung.

10 ccm Harnstofflösung gebrauchen 21,4 ccm Quecksilberlösung.

21,4 — 20,0 = 1,4

Es sind zu den gebrauchten 0,1 ccm hinzu zu addiren. Die Summe ist 21,5 ccm. Den wahren Gehalt an Harnstoff geben 21,6 ccm Quecksilberlösung an. Der Fehler beträgt 0,184% Harnstoff.

Der Maximalfehler beträgt also bei dieser Art der Korrektur nur 0,295% Harnstoff und liegt innerhalb der Fehlergrenzen des Verfahrens überhaupt. Derselbe entspricht einem Minus an Quecksilberlösung von 0,1 ccm. Eine solche Differenz ist aber auch bei möglichst exakter Ausführung der Analyse nicht immer zu vermeiden.

Wenn wir nun nochmals das Ergebniss der bisher angeführten Versuche zusammenfassen, so stellt sich heraus, dass die Harnstoffbestimmung mittelst Merkurinitratlösung ohne Neutralisation bei Beachtung der im Vorstehenden enthaltenen Kautelen wohl Resultate zu liefern im Stande ist, deren Genauigkeit den praktischen Arzt in den meisten Fällen befriedigen wird. Was hingegen die Brauchbarkeit der Methode zur Entscheidung von Fragen, wie die

nach der Stickstoffbilanz im Körper anbetrifft, so musste zunächst die früher gebräuchliche Anwendung der Liebig'schen Korrektur für concentrirtere Harnstofflösungen zu gänzlich unbrauchbaren Werthen führen.

Bei Anwendung der Liebig'schen Korrektur beträgt der Fehler für Lösungen, welche einen Gehalt von 2 bis 4% Harnstoff haben, auch bei Beachtung aller übrigen von uns befolgten Kautelen bis zu 4,25% Harnstoff. Dazu kommt aber das Bedenken, dass manche der Kautelen, welche von uns beobachtet worden, bisher als bedeutungslos vernachlässigt worden sind. Pflüger fordert, dass die Quecksilbernitratlösung, mit welcher nach seiner Methode titrirt wird[1]), neutral sei. Dagegen erklärt Gruber: „Es ist eben unmöglich, bei der Darstellung der Titerflüssigkeit die Bedingungen stets gleich zu halten; es wird daher der Säuregrad und die Ausscheidung basischen Salzes immer etwas variiren, und es wäre ein erschrecklich mühseliges und zeitraubendes Herumprobiren nöthig, wenn man den Säuregrad stets gleich zu halten gezwungen wäre. Und doch scheint dieser Punkt wenigstens, wenn man genau nach Pflüger verfährt und korrigirt, nicht gleichgültig zu sein". Was die Schwierigkeit der Herstellung einer neutralen Quecksilberlösung anbetrifft, so muss ich bemerken, dass nach meinen Erkundigungen zu deren Bereitung den Laboranten im Bonner Institut, welche den von Pflüger in dieser Hinsicht gegebenen Vorschriften[3]) folgten, nie ein so „erschrecklich mühseliges und zeitraubendes Herumprobiren" nöthig erschienen ist. Jede Lösung von Merkurinitrat enthält in Folge der fortwährenden Dissociation und Resociation, in welcher der Körper bei mittlerer Temperatur begriffen ist, ein gewisses Quantum von freier Salpetersäure. Das Kriterium aber, dass die Lösung keine überschüssige freie Salpetersäure enthalte, ist ein absolut sicheres und lässt sich auf das leichteste beobachten; es ist die Ausscheidung von basischem Quecksilbersalz. Sobald die Ausscheidung von basischem Quecksilbersalz beginnt, haben wir die volle Sicherheit, dass nach Eliminirung des basischen Salzes durch Filtration die dissociirten Bestandttheile des salpetersauren Quecksilberoxyds genau in dem Verhältniss in der Lösung vorhanden sind, wie es

1) Vgl. Pflüger's Archiv Bd. XXI, p. 279.

2) Vgl. Zeitschrift für Biologie Bd. XVII, Heft I, p. 91.

3) Vgl. Pflüger's Archiv Bd. XXI.

zur Erreichung einer vollständigen Resociation eben nöthig ist. Praktische Verwendung findet dieses Kriterium bei der Bereitung der Merkurinitratlösung nun in folgender Art. Zunächst wird die ursprüngliche Lösung des Quecksilbers in concentrirter Salpetersäure soweit eingedampft, bis dieselbe, nachdem sie voher völlig farblos geworden war, wieder einen Stich in's Gelbliche zeigt. Dies ist das Anzeichen, dass sich basisches Salz auszuscheiden beginnt. Weiterhin ist eine bedeutende Verdünnung des dicklichen Syrupes nöthig. Diese bedingt, dass der Gehalt an freier Salpetersäure ein procentisch geringerer wird und dass in Folge dessen ein Quecksilberrest nicht in demselben Maasse, wie vorher, im Stande ist, sofort sich wieder mit einem Salpetersäurerest in statu nascendi zu vereinigen. Es scheidet sich demgemäss bei der Verdünnung basisches Salz in ziemlicher Quantität ab. Damit nun der Verlust an Quecksilber nicht gar zu gross werde, kann man bei der Verdünnung vorsichtig nochmals kleine Mengen Salpetersäure zusetzen. Bei der endgültigen Verdünnung geschieht dies aber nicht mehr. Vielmehr muss bei dieser die Freiheit der Lösung von überschüssiger Salpetersäure erkauft werden durch einen Verlust an sich ausscheidendem basischen Quecksilbersalz. Die Beobachtung dieser Verhältnisse ist in der That die denkbar einfachste.

Wenn aber auch in der That die Herstellung einer neutralen Quecksilberlösung grosse Schwierigkeiten böte, so darf uns dies doch, wenn wir einmal erkannt haben, dass ein grösserer Säuregrad der Lösung zu wesentlichen Fehlern führen kann, nicht abhalten, die grösste Sorgfalt auf die Bereitung der Titrirflüssigkeit zu verwenden, um so weniger, da es uns ja frei steht mit der gleichen Mühe sofort ein grosses Quantum der Lösung herzustellen. Es ist aber nun nicht nur bei der Pflüger'schen Methode, wie sich Gruber bereits selbst überzeugt hat[1]), von Bedeutung, dass die Quecksilberlösung neutral sei. Dies gilt auch namentlich für die Titration ohne Neutralisation. Die folgenden Versuche werden uns hierüber belehren. Um den Einfluss kennen zu lernen, den ein grösserer Säuregehalt auf das Erscheinen des Index habe, setzte ich zu einem Liter Quecksilberlösung, von welcher 17,3 ccm ohne Neutralisation 0,2 gr Harnstoff in 10 ccm Lösung anzeigen, 28,5 ccm Salpetersäure vom specifischen Gewicht 1,400 oder 40 gr hinzu. Die Resultate, welche ich nun erhielt, waren ganz unerwartete.

1) Vgl. Zeitschrift f. Biolog. Bd. XVII, p. 91.

Zunächst stellte ich wieder Versuche darüber an, wann der Index bei Harnstofflösungen von verschiedenem Procentgehalt erscheint, wenn die saure Quecksilberlösung in einem Strahl zugesetzt und sofort geprobt wird. Es ergab sich folgende Versuchsreihe.

2%-ige Harnstofflösung.

Durch eine Reihe von Versuchen ergibt sich, dass 17,5 ccm Quecksilberlösung, in einem Strahle zu 10 ccm Harnstofflösung gesetzt, bei sofortiger Probe mit Sodalösung den Index deutlich hervortreten lassen.

Bei dem Zuströmen der Quecksilberlösung zu der Harnstofflösung entsteht erst ein Niederschlag, welcher allmählich wieder verschwindet. Nach Zusatz von 17,5 ccm ist die Mischung völlig wasserklar.

1,33%-ige Harnstofflösung.

Eine Reihe von Versuchen ergiebt:

Nach Zusatz von 18,0 ccm. Quecksilberlösung in einem Strahl zu 15 ccm Harnstofflösung und sofortiger Probe erscheint der Index.

Der zuerst entstandene Niederschlag ist bei Zusatz von 18 ccm Quecksilberlösung vollständig verschwunden.

1%-ige Harnstofflösung.

Nach Zusatz von 18,1 ccm Quecksilberlösung in einem Strahl zu 20 ccm Harnstofflösung und sofortiger Probe erscheint der Index.

Bei dem Zuströmen der Quecksilberlösung zu der Harnstofflösung entsteht im Anfang nur wenig weissliche Trübung, welche bald verschwindet.

0,66%-ige Harnstofflösung.

Nach Zusatz von 18,6 ccm Quecksilberlösung in einem Strahl zu 30 ccm Harnstofflösung und sofortiger Probe erscheint der Index.

Bei dem Zuströmen der Quecksilberlösung ist im Anfang nur sehr geringe bläulich-weisse Trübung entstanden, welche bald verschwand.

0,5%-ige Harnstofflösung.

Nach Zusatz von 18,8 ccm Quecksilberlösung zu 40 ccm Harnstofflösung und sofortiger Probe erscheint der Index.

Bei dem Zuströmen der Quecksilberlösung zu der Harnstofflösung entsteht überhaupt keine Trübung.

Die so erhaltenen Werthe unterscheiden sich von den früher mit neutraler Quecksilberlösung erhaltenen im Wesentlichen nur dadurch, dass sie sämmtlich etwas grösser sind. Es besteht im übrigen dieselbe Progression zwischen Quecksilberverbrauch und dem Gehalt der Lösungen an Harnstoff. Zum Vergleich setzen wir dieselben hier nebeneinander.

Es sind nöthig zum Erscheinen des Index an Quecksilberlösung

	neutraler	saurer
bei 2,0 %-iger Harnstofflösung	17,3 ccm	17,5 ccm
1,33 „ „	17,7 „	18,0 „
1,0 „ „	17,95 „	18,1 „
0,66 „ „	18,4 „	18,6 „
0,5 „ „	18,6 „	18,8 „

Demgemäss könnte es also scheinen, als ob es in der That gleichgiltig sei, ob ich mit neutraler oder saurer Quecksilberlösung titrire. Es kommt hier nun aber Folgendes in Betracht. Die angeführten Werthe sind jedesmal aus einer grösseren Reihe von Versuchen gewonnen. So lange ich den richtigen Werth suchend langsam titriren musste, schwankten die Zahlen bedeutend. Erst wenn ich den richtigen Werth einmal gefunden und nun die Quecksilberlösung möglichst rasch in einem Strahl zufliessen liess und sofort auf den Index probte, blieb derselbe auch bei allen folgenden Titrationen konstant. Braucht man längere Zeit bis zur Beendigung der Titration, so kommt der Index viel zu früh. Wie bedeutend die zeitlichen Verhältnisse bei Anwendung saurer Quecksilberlösung das Erscheinen des Index beeinflussen, lassen die folgenden Tabellen ersehen.

1) Bei Zusatz der Quecksilberlösung zu 10 ccm 2%-iger Harnstofflösung in einem Strahl und sofortiger Probe erscheint der Index bei 17,5 ccm.

2) Bei Zusatz der Quecksilberlösung zu 10 ccm 2%-iger Harnstofflösung in einem Strahl erscheint der Index

a) bei fortgesetztem Umrühren

α.	bei Zusatz von 12 ccm		nicht
β.	„ „ „ 13 „	nach	15 Minuten
γ.	„ „ „ 14 „	„	5 „
δ.	„ „ „ 15 „	„	2 „
ε.	„ „ „ 16 „	„	1,5 „
ζ.	„ „ „ 17 „	„	1 „

b) ohne beständiges Umrühren

α.	bei Zusatz von 12 ccm		nicht
β.	„ „ „ 13 „	nach	20 Minuten
γ.	„ „ „ 14 „	„	12 „
δ.	„ „ „ 15 „	„	8 „
ε.	„ „ „ 16 „	„	4 „
ζ.	„ „ „ 17 „	„	3 „

Wie wir sehen, braucht die Zeit, welche wir auf die Titration verwenden, gar nicht gross zu sein, um ganz bedeutende Unterschiede im Erscheinen des Index hervorzurufen. Bei der erstmaligen Titration einer Harnstofflösung, deren Gehalt uns unbekannt ist, lassen wir die Quecksilberlösung kubikcentimeterweise zuströmen und prüfen dann jedesmal auf den Index. Bei dieser Art des Verfahrens gebrauchen wir wohl aber sicher in der Regel fünf Minuten Zeit. Wirkt nun aber die saure Quecksilberlösung, nachdem mit dem Glasstab die Mischung umgerührt worden ist, so lange auf die Harnstofflösung ein und wird dann auf den Index geprobt, so erscheint derselbe schon nach Zusatz von 14 ccm Quecksilberlösung, während derselbe bei Zusatz der Lösung in einem Strahl und sofortiger Probe erst bei 17,5 erscheint. Das heisst also, wir gebrauchen bei der erstmaligen Titration ein Fünftel an Quecksilberlösung weniger, wie wir bei der endgültigen gebrauchen sollen. Nehmen wir nun an, dass wir bei einem zweiten Versuch sofort ungefähr soviel Quecksilberlösung zusetzen, als das erste Mal nöthig befunden wurde zur Erzeugung des Index, und gehen wir dann weiter, indem wir jedesmal einige Zehntel Kubikcentimeter Quecksilberlösung mehr zusetzen und proben, so wird der Index zwar etwas später erscheinen, aber auch jetzt, da das wiederholte Proben bedeutende Zeit in Anspruch nimmt, noch viel zu früh. Kurz es sind, ehe man zu dem richtigen und konstanten Werth kommt, eine ganze Reihe von Titrationen nothwendig, wie ich mich selbst überzeugt habe. Die exakte Bestimmung des Harnstoffs ist demgemäss bei Verwendung von Mercurinitratlösungen, welche einen grösseren Säuregehalt haben, viel zeitraubender und wir verbrauchen viel mehr von unserer Titrirflüssigkeit. Das Bedenklichste aber ist, dass auch ein grosser Grad von Unsicherheit beim Titriren mit solchen Lösungen entsteht. Wir sind leicht geneigt, bei nicht vollständiger Promptheit und Schnelligkeit in der Ausführung der Titration Werthe, welche zu klein sind, als die richtigen hinzunehmen. Wir müssen deshalb Lösungen, welche einen annähernden Säuregehalt, wie die unsere haben, als vollständig ungeeignet zur Titration bezeichnen. Wenn wir nun auch aus bestimmten Gründen nicht behaupten wollen, dass jemals Lösungen von einem Säuregehalt, wie die unsere zur Titration benutzt worden sind, so müssen wir dennoch die Forderung als gerechtfertigt durch unsere Versuche aufrecht

erhalten, dass die Quecksilberlösung neutral sei. Bei der Bereitung der Quecksilberlösung haben wir es in der Hand, dass dieselbe neutral werde. Wir haben es aber nicht in der Hand, wenn wir dieselbe sauer lassen, vorher zu bestimmen, wie gross der Säuregehalt sei und ich finde auch nirgends Angaben darüber, dass bei dem früheren Verfahren der Harnanalyse ohne Neutralisation Bestimmungen über den Säuregehalt der Titrirflüssigkeit gemacht worden sind. Der Titer der Quecksilberlösung wurde bei jener Methode auch ohne Neutralisation gestellt und man erhielt also keinen Anhaltspunkt für eine Schätzung des Säuregrades der Quecksilberlösung. Es ist also der Argwohn nicht zu unterdrücken, dass bei dem früheren Verfahren der Harnanalyse ohne Neutralisation auch Quecksilberlösungen zur Verwendung gekommen sind, welche zwar nicht einen so hohen Säuregrad, wie wir ihn unserer Lösung gegeben haben, besassen, wohl aber einen solchen, der die Richtigkeit der erhaltenen Werthe sehr in Frage zu stellen geeignet war.

Nachdem wir nun somit festgestellt haben, dass die in der Quecksilberlösung überschüssig enthaltene Salpetersäure bei einiger Dauer der Einwirkung das Erscheinen des Index ganz bedeutend zu beeinflussen vermag, sind wir noch eine Beantwortung der Frage schuldig, ob nicht etwa auch die bei Titration mit neutraler Quecksilberlösung frei werdende und nicht durch Soda neutralisirte Salpetersäure eine ähnliche die Richtigkeit des Resultates alterirende Einwirkung habe.

Bei der Untersuchung dieser Frage war das Resultat, soweit dasselbe für unsere Zwecke in Betracht kommt, ein negatives. Bei Berücksichtigung einer längeren Zeitdauer offenbart aber auch die Menge der aus neutraler Lösung frei werdenden Salpetersäure ihre Einwirkung. Die folgenden Angaben werden dies darthun.

1) Zu 10 ccm 2%-iger Harnstofflösung werden in einem Strahl 17,0 ccm Quecksilberlösung gesetzt. Dann wird sofort auf den Index geprüft. Derselbe erscheint nach Zusatz von 17,3 ccm Quecksilberlösung.

2) Zu 10 ccm 2%-iger Harnstofflösung werden in einem Strahl 16,6 respektive 17,0 ccm Quecksilberlösung gesetzt. Nach Verlauf von 20 Minuten wird auf den Index geprüft. Derselbe erscheint nach Zusatz von 17,1 ccm Quecksilberlösung.

3) Zu 10 ccm 2%-iger Harnstofflösung werden zunächst in einem Strahl 8,3 ccm Quecksilberlösung zugesetzt und nach Verlauf von zehn Minuten nochmals 8,3 ccm. Nach weiteren zehn Minuten wird auf den Index geprüft. Derselbe erscheint nach Zusatz von 17,0 ccm Quecksilberlösung.

4) Zu 10 ccm 2%-iger Harnstofflösung werden jedesmal 2 ccm Quecksilberlösung nach jedesmaligen Pausen von zwei Minuten zugesetzt. Der Index erscheint nach Zusatz von 16,6 ccm Quecksilberlösung.

Bei einer jedesmaligen Dauer der Versuche von ungefähr zwanzig Minuten erscheint also der Index um so früher je weniger Quecksilberlösung auf einmal zugesetzt wird. Im Ganzen ist auch unter diesen sehr ungünstigen Bedingungen der Fehler bei weitem nicht so gross, wie bei sauren Lösungen.

Wird aber die neutrale Quecksilberlösung nahezu vollständig in einem Strahl zugesetzt und wartet man nicht allzu lange über die gewöhnlich zur Ausführung einer Titration nothwendige Zeit hinaus bis zur Entnahme der endgültigen Probe, so kommen bei Anwendung neutraler Quecksilberlösung keine bemerkenswerthen Fehler zur Beobachtung.

Wir möchten demgemäss unser Urtheil über die Harnstoffanalyse mittelst Merkurinitratlösung ohne Neutralisation dahin präcisiren, dass dieselbe in der That im Stande ist unter bestimmten Voraussetzungen für reine Harnstofflösungen — in Bezug auf die Untersuchung des Harns enthalte ich mich eines Urtheils — annähernd gleich genaue Werthe zu liefern, wie auch andere Methoden mit Neutralisation. Die Fehlergrösse geht bei unserer Art der Harnstofftitration kaum über ein Procent Harnstoff hinaus. Dabei dient es uns zur Beruhigung, dass die Richtigkeit der directen Resultate unserer Versuche wesentliche Bestätigung finden durch eine ältere Arbeit von Nowak[1]), welcher freilich im Gegensatz zu uns zu der Folgerung gelangt, dass die Bestimmung des Harnstoffs mittelst der titrirten salpetersauren Quecksilberlösung genaue Resultate nicht liefern kann." Nowak hat ebenso, wie wir, Harnstofflösungen mittelst Merkurinitratlösung ohne Neutralisation titrirt und die Tüpfelprobe mit Soda gemacht. Derselbe fand zunächst, dass von einer nach Liebig's Vorschriften bereiteten Quecksilberlösung 17,5 ccm nöthig sind zur Hervorbringung des Index mit Sodalösung. Wir gebrauchten 17,3 ccm. Diese Abweichung ist nicht von erheblicher Bedeutung und lässt sich vielleicht schon daraus erklären, dass wir bei der Probe auf den Index sehr vorsichtig so zu verfahren gewohnt sind, dass der Sodatropfen, welcher auf einer Glasplatte und über schwarzem Grund zu dem

1) Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissenschaften zu Wien 1873. Math.-naturw. Classe. 67. Bd. Abth. III, p. 46.

der Harnstoffquecksilbermischung entnommenen Tropfen zugesetzt wird, sich nicht mit letzterem mische, sondern denselben nur eben berühre. Dadurch tritt der Index sehr scharf ein und lässt sich wohl etwas früher erkennen [1]). Fernerhin hat nun Nowak Harnstofflösungen von verschiedenem Procentgehalt ohne Neutralisation titrirt und zwar mit einer Lösung, welche so gestellt war, dass 20,0 ccm derselben 0.2 gr Harnstoff in 10 ccm Lösung anzeigten. Ich habe mir ebenfalls eine solche Lösung dargestellt und die Versuche Nowak's wiederholt. Die folgenden Tabellen geben eine Vergleichung der Resultate. In der ersten Tabelle ist die Anzahl der ccm Quecksilberlösung angegeben, welche nöthig war um 100 mgr Harnstoff auszufällen aus

---

1) Gruber schreibt (Zeitschrift f. Biol. Bd. XVII, pag. 98) folgendermassen: „Man muss also nach tüchtigem Umschütteln der Flüssigkeit mehrere Tropfen Quecksilberlösung zur Probe entnehmen; man muss verdünnte Sodalösung zum Probiren verwenden, wie es Liebig ausdrücklich vorschreibt und muss sie tropfenweise unter beständigem Umschütteln oder Umrühren zusetzen. Verfährt man so, dann sind die Bedingungen im Probetropfen gleich denen beim Neutralisiren der Gesammtflüssigkeit; es muss also die Endreaktion erst am wirklichen Ende erscheinen. So überlegte ich. Der Erfolg entsprach meiner Erwartung. Während beim Probiren in der von Neubauer angegebenen Weise der Index nach Zusatz von 17 ccm intensiv entwickelt war, blieben die Probetropfen beim Mischen in der eben angegebenen Weise schneeweiss. Erst nach Zusatz von 20 ccm trat deutliche Gelbfärbung des Probetropfens ein. Bei diesem Verfahren entspricht somit das Resultat vollkommen den Angaben Liebig's und es kann folglich keinem Zweifel unterliegen, dass Liebig in dieser Weise titrirt hat.“ Dahingegen beschreibt Liebig seine Art der Probeentnahme (Annal. d. Chemie u. Pharmac. Bd. 85, pag. 323) so: „Man lässt die titrirte Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyds zufliessen unter beständigem Umrühren und nimmt, wenn man keine Fällung mehr bemerkt die Probe vor. Zu diesem Zweck schüttet man einige Tropfen der Flüssigkeit mit dem Niederschlage aus dem Becherglase in ein Uhrglas und lässt vom Rande des Uhrglases aus einige Tropfen kohlensaure Natronlösung zufliessen, am besten aus einer Kaoutschukpipette (siehe Mohr's Lehrbuch der pharm. Technik 2. Auflage 1853 S. 397). Behält die Mischung nach einigen Minuten ihre weisse Farbe, so muss der Zusatz etc.“ Vorausgesetzt die von Gruber beschriebene Art der Probe ist die ursprünglich Liebig'sche, so müssen sich die gesperrt gedruckten Worte beider Citate dem Sinne nach decken. Dass dem so sei, kann doch wohl kaum behauptet werden. Die von uns befolgte Art der Probe ist viel mehr im Sinne von Liebig's Worten.

Harnstofflösung.	Mit Nowak'scher Quecksilberlösung.		Mit Quecksilberlösung, von welcher 17,3 ccm = 0,2 gr $\overset{+}{U}$.
	a.	b.	c.
	nach Nowak	Controlversuch	
4,0 %	9,7 ccm	9,5 ccm	8,3 ccm
2,0 „	10,0 „	10,0 „	8,6 „
1,33 „	10,2 „	10,15 „	8,8 „
1,0 „	10,4 „	10,3 „	9,0 „
0,66 „	11,2 „	10,6 „	9,2 „

Die folgende Tabelle enthält in den entsprechenden Rubriken das Minus resp. Plus an Quecksilberlösung, welches bei anderen als 2%-igen Harnstofflösungen gebraucht wurde.

4,0 %	— 0,3 ccm	— 0,5 ccm	— 0,3 ccm
2,0 „	±	±	±
1,33 „	+ 0,2 „	+ 0,15 „	+ 0,2 „
1,0 „	+ 0,4 „	+ 0,3 „	+ 0,4 „
0,66 „	+ 1,2 „	+ 0,6 „	+ 0,6 „

Man sieht, dass diese Differenzen nach oben, wie nach unten im Wesentlichen in derselben Proportion fortschreiten. Nur der letzte Werth aus der Kolumne a weicht erheblich von den übrigen ab und beruht wahrscheinlich auf einem Beobachtungsfehler.

Noch muss ich bemerken, dass meine Werthe die direkt gewonnenen unkorrigirten sind und setze ich dasselbe von den Nowak'schen, obwohl dieser sich hierüber nicht ausspricht, auf Grund der offenbaren Congruenz voraus.

Beachtenswerth scheinen mir noch einige Beobachtungen zu sein, welche ich bei der Titration mit saurer Quecksilberlösung in Betreff der entstehenden Niederschläge machte.

Im Obigen ist bereits mitgetheilt, dass Harnstofflösungen von verschiedenem Procentgehalt bei dem Zusatz von saurer Quecksilberlösung ein verschiedenes Verhalten zeigen. Bei concentrirteren Harnstofflösungen entsteht zunächst ein weisser Niederschlag. Derselbe verschwindet dann wieder und bei schneller Ausführung

der Titration und sofortiger Probe auf den Index erscheint die ganze Mischung wasserklar. Harnstofflösungen mit einem Gehalt an Harnstoff von nicht mehr als 0,5 % lassen überhaupt das Entstehen eines Niederschlages beim Zusatz der sauren Mercurinitratlösung nicht mehr erkennen und die Mischung erscheint ebenfalls bei Beendigung der Titration wasserklar. Harnstofflösungen mit einem etwas grösseren Gehalt an Harnstoff bieten Uebergänge dar dergestalt, dass bei 0,66 %-igen Lösungen nur eine sehr geringe, bläulich-weisse Trübung, welche bald wieder verschwindet und bei 1,0 %-igen Lösungen nur wenig weissliche Trübung entsteht. Die angeführten Beobachtungen wurden gemacht, indem ich in der gewöhnlichen Weise die Titration rasch zu Ende führte und dann sofort die Probe auf den Index folgen liess. Um nun das Entstehen und Verschwinden des Niederschlages, sowie dessen Beschaffenheit etwas näher kennen zu lernen, machte ich auch eine Anzahl von Titrationen, bei denen ich langsamer mit dem Zusatz von Quecksilberlösung vorging. Im Folgenden gebe ich noch einige Daten wie sie sich mir bei dieser Gelegenheit darboten, ohne dass ich mich auf eine eingehendere Untersuchung einliess. Was zunächst den weissen Niederschlag betrifft, welcher in 2 %-igen Harnstofflösungen durch Zusatz der sauren Mercurinitratlösung anfangs entsteht, so bleibt derselbe, wenn die Mischung nicht umgeschüttelt wird, auf die oberen Schichten der Flüssigkeit beschränkt. Derselbe stellt eine wolkig streifige, ziemlich leicht bewegliche Schicht dar, welche sich scharf von der wasserklaren, unteren Schicht der Harnstofflösung absetzt und auch beim Stehen sich nicht senkt. Daraus geht hervor, dass das specifische Gewicht des Niederschlages ein geringes und jedenfalls niedrigeres, als dasjenige der Harnstofflösung sein muss. Fährt man nun mit dem Zusatz von Mercurinitratlösung zu der Harnstofflösung fort, so vermehrt sich anfangs beim Umschütteln der Niederschlag. Dann aber kommt ein Punkt, bei welchem derselbe wieder zu verschwinden beginnt. Das Verschwinden des Niederschlages tritt ziemlich plötzlich ein. Eine genaue Bestimmung der Menge von saurer Quecksilberlösung, welche nöthig ist um den Niederschlag wieder vollständig zum Verschwinden zu bringen, ist deshalb schwierig, weil bei langsamem, absatzweisem Zuströmen der Quecksilberlösung bereits wieder eine neue Trübung, welche von der Bildung eines anderen Niederschlages herrührt, auftritt. Auch scheint der

Eintritt dieses Punktes etwas zu schwanken mit der Schnelligkeit in der Ausführung der Titration. Bei 2%-igen Harnstofflösungen ist der Zusatz von 13,5—14,0 ccm einer Quecksilberlösung von dem oben angegebenen Säuregrade dazu nöthig, dass aller gebildeter Niederschlag wieder aufgelöst werde. Hört man nun, nachdem die Mischung wieder wasserklar geworden ist, mit dem weiteren Zusatz von Quecksilberlösung auf oder fährt auch fort bis zum Erscheinen des Index, so bildet sich allmählich bei einigem Stehenlassen der Mischung jedesmal wieder ein weisser Niederschlag. Beschleunigt wird die Bildung desselben durch fleissiges Umrühren mit dem Glasstab. Dieser Niederschlag unterscheidet sich von vornherein augenfällig von dem zuerst gebildeten erstens durch seine viel geringere Massenhaftigkeit und zweitens durch seine grössere Schwere. Derselbe senkt sich sofort bei seinem Entstehen zu Boden und bildet dort eine dünne Schicht. Bei etwas genauerer Betrachtung macht derselbe schon gleich anfangs den Eindruck, als ob er aus krystallinischen Körpern bestehe. Unter dem Mikroskop erweist derselbe sich als aus runden Körnern bestehend, welche wiederum aus concentrisch angeordneten Prismen mit anscheinend rechtwinkeligen Flächen zusammengesetzt sind. Nach einiger Zeit nehmen die Körner so an Grösse zu, dass sie auch dem freien Auge deutlich als runde Plättchen von dem Durchmesser etwa eines Stecknadelknopfes erscheinen.

Eine genauere Analyse dieser Niederschläge dürfte nicht ohne Interesse sein.

Zum Schlusse fühle ich mich gedrungen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Prof. Pflüger für seine freundliche Unterstützung bei dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Andreas Caesalpin.

Von

Lic. theol. Dr. med. hon. **Henri Tollin,**
Prediger in Magdeburg.

Qui naturam dicit imperfectam,
Deum etiam accusat.
Alpes Caesae p. 868.

1) Ein Stein und ein Minister! In unserer autoritätenfreien und doch so autoritätssüchtigen Zeit genügt das, um alle Gründe todt zu machen. Und doch ist schon so mancher auswärtige Minister, geschweige ein Kultusminister, düpirt worden. Wie sehr aber die Steine lügen, das weiss die Weltgeschichte seit den Siegen Alexander des Grossen, ja schon seit den Raubkriegen des alten Egypten, Assur und Babylon. Mundus vult decipi, sagt jener Italiener. Kommt nun gar zu dem Stein und dem Minister noch die altersgraue Autorität zweier mumienhaft gut conservirter römischer Professoren, dann wird es möglich, auch ohne alle Gründe oder mit einer Hand voll Scheingründen die Welt aus den Angeln zu heben.

Als Dr. G. Ceradini, Professor der Physiologie damals an der Universität Genua, seine Quàlche appunto storico-critico intorno alla Scoperta della circolazione del sangue, Genova 1875, in die Welt schickte, antwortete von all den Gelehrten, denen er ein Exemplar dedicirt hatte, ein einziger, der surgeon of Her Majesty the Queen, Dr. Sampson Gamgee[1]), aber nur, um an der Arbeit Ceradini's kein gutes Haar zu lassen. Und auch ich, dem durch einen früheren Commilitonen Ceradini's, den Herrn Professor Preyer zu Jena, das appunto zur Prüfung übermittelt worden war, konnte an den Stellen, wo ich mich im Stande sah, aus den Quellen die Behauptungen Ceradini's zu prüfen, die letzteren nur als haltlos, verkehrt und irrig bezeichnen[2]). Ceradini's Ent-

1) Lancet 1876, II, 676 sq. Vgl. Virchow's Archiv 1884, Bd. 97, S. 437—445: Die Engländer und die Entdeckung des Blutkreislaufs.

2) Im dritten Cap. meiner Schrift: „Die Entdeckung des Blutkreislaufs", Jena 1876, S. 49 fgd.

gegnung: Difesa della mia memoria contra l'assalto dei signori H. Tollin, teologo di Magdeburg e W. Preyer, fisiologo di Jena, Genova 1876, fand nicht mehr Beachtung. Nur Gamgee[1]), Seligmann[2]) und Bizzozera[3]) nahmen davon Notiz, beide ersteren wieder nur, um Ceradini's Verblendung an den Pranger zu stellen, letzterer, um aus Ceradini, ohne Hinzufügung neuer Daten, einen Auszug zu geben, dessen sämmtliche Thesen ich als unhaltbar erwiesen habe[4]).

Da erhebt sich ein Deus ex machina. Ein Stein fängt an zu schreien, fängt an zu schimpfen, ad perpetuam rei memoriam. Von den Universitäten Genua, Pisa, Bologna, wo sein Schreien kein Echo findet, wälzt er sich unwillig nach Rom. Unterwegs schleift er manche Härten ab. Er posaunt vom Blutkreislauf. Aber statt des revelò la circulazione der Bologneser Ruini-Verehrer und statt des für Pisa projectirten detexit, begnügt er sich in generali sanguinis circulatione agnoscenda ac demonstranda. Angesichts der Regierung, deren Gunst er sich erwerben will, verstummt sein Hohn gegen England. Male sibi consuluit Harveus ille Anglus hanc qui sibi maximi veritatem momenti ausus anno MDCXXVIII est decernere[5]): Er weiss wohl kaum noch, dass er einst dies gesagt. An die Stelle der prahlerischen Herausforderung gegen England tritt die feierliche Aufforderung an sämmtliche Aerzte Italiens, die sogenannte Harvey'sche Entdeckung „für unsern grossen Naturforscher“ in Anspruch zu nehmen[6]). Die medicinische Akademie von Rom will Busse thun für ihre sekulare Pflichtvergessenheit (oblivio secolare). Und darum (quasi ad espiazione di proprio peccato, p. 8) fordert sie alle Aerzte Italiens auf, beizutragen zu dem Marmor der Sühne. Der altehrwürdige Senator Carlo Mag-

1) Lancet 1877, I, 160 fgd., Vgl. Virchow a. a. O.

2) Virchow's Jahresberichte 1877, S. 379 fgd.

3) Archivio per le scienze mediche. Vol. I, Fasc. 4, Torino 1876—77, p. 469—472.

4) Dies Archiv 1884, Bd. XXXIII, S. 482—493.

5) p. 300, Schluss von Ceradini's La scoperta, Milano 1876, Nuova ed. — Dieser Fluch tönt gelinde nach in den Festschriften. So sagt Scalzi von Harvey, p. 19: molto più avrebbe egli giovato alla sua fama, se si fosse guardato di bandire quale frutto de' suoi studi un trovato che era tutto italiano etc.

6) Inaugurazione della lapide etc. Roma 1876, p. 7 sq.

giorani, durch Ceradini's Appunto aufgerüttelt, stellt sich als Präsident der medicinischen Akademie der Landeshauptstadt an die Spitze der Bewegung. Eine Denkmals-Commission tritt zusammen. Professor Francesco Scalzi, ein nicht minder ehrwürdiger Greis, übernimmt es sie zu leiten[1]). Man ist einig, dass Kopernicus, der römische Lektor, ein Pendant haben muss. Die Begeisterung dringt von Rom in die Runde. Der Repräsentant der Petrarca-Akademie zu Arezzo, Dr. Antonio del Vita, republicirt seine alte lezione anatomico-fisiologico, als comprimirten, destillirten und raffinirten Beweis der Caesalpinischen Entdeckerschaft. Alle Hände sind in Bewegung. Erstehen muss ein Monument, um der Welt zu bezeugen (ad attestare al mondo), dass wir unseren grossen Patrioten einmüthig begrüssen als den Träger von unschätzbarem Trost (ristoro) für das Menschengeschlecht, von Licht für sein Jahrhundert und Ehre für sein Vaterland (p. 8).

Endlich ist der Mittag des 30. Oktober 1876 gekommen, der Tag, dem die Aufgabe wurde, von Rom aus die Verehrung des Universums (la riverenza universale) dem Caesalpin zurückzuerobern (riconquistargli p. 15). Von allen Seiten strömt das Volk und die Edlen zusammen. Und es erscheint der Kultusminister und neben ihm der Präsident der Akademie und darauf der Syndikus von Arezzo, und nun Professor Blaserna, der Rektor der Universität Rom, und wie viel hochgelehrte Professoren und wie viel Deputirte gelehrter Genossenschaften und wie viel einzelne Gelehrte aus ganz Italien! Muss doch Caesalpin der Mann sein, der durch Klarheit des Geistes und durch Ueberfluss der Erfindungen alle Physiologen, Botaniker und Mineralogen der Welt besiegt und übertroffen hat[2]). Und in der begeisterten Festgenossenschaft wird ein Festblatt vertheilt, dessen erste Seite lautet: Inaugurandosi la lapide onoraria ad Andrea Cesalpino nella R. università di Roma il 30 Ottobre 1876 iniziatrice l'accademia di medicina. Und die zweite Seite bringt des Andreas Caesalpinus Brustbild. Und die dritte den Prospekt seines Wohn-

---

1) Filippo Cerasi, Emidio. (sic!) Tassi, Attilio Donarelli und Gregorio Fedeli sind die andern Mitglieder.

2) Il quale fra quanti fisiologi, botanici, mineralogisti seppero mai fiorire nel mondo (!) tutti superò per chiarezza di mente, e tutti vinse per dovizia di scoperte (Scalzi p. 15).

hauses in Arezzo. Und die vierte seine (feine und deutliche) Handschrift (ein Brief an den Grossherzog). Und die letzte die definitive Inschrift[1]) des Steins. Und Del Vita's Mosaik wird vertheilt und ich weiss nicht was alles noch? Und vor der Vertheilung hält Scalzi eine Rede über Caesalpin's Verdienste um die Botanik, Anatomie und Mineralogie, und nach der Vertheilung hält Maggiorani eine Rede über Caesalpins philosophische Verdienste. Und mitten im rauschenden Beifall Italiens erhebt sich der Minister und weiht die Büste des Entdeckers ein.

Jetzt hat Italien gesprochen [1]). Die Ungerechtigkeit der Jahrhunderte (secolare ingiustizia) ist gesühnt. Der grosse Harvey ist zu einem Usurpator (p. 6), der mit fremden Entdeckungen prangt, und zu einem Tölpel herabgesunken, der die italienische Schule zwar durchgemacht, aber nicht verstanden, den schon so hell strahlenden Weg verfehlt und auch selber verschuldet hat, dass die Frucht der herrlichen italienischen Entdeckung für lange Zeit verloren ging (Scalzi p. 23, 24). Servet, Colombo, Valverde, Sarpi, Ruini, Rudio, Fabricio di Aquapendente, sie alle stehen gebeugt. Allah ist gross und Caesalpin sein Prophet. Und gross ist Ceradini's dritte Scoperta della Circolazione del sangue, Milano 1876. Die Entdeckung des Blutkreislaufs ist nicht aus Harvey's Hirn entsprungen. Ebenso wenig aber ist sie das langsam und zellenartig wachsende Werk der Jahrhunderte. Sondern ex abrupto, durch die ausschliessliche und ganz persönliche Bemühung des Philosophen von Arezzo ist sie zu Stande gekommen. So hat sich die Weltgeschichte umgedreht, seitdem ein Stein gesprochen, un umile sasso, den die Hand eines Ministers magisch berührt hat.

---

1) Die Inschrift lautet: Andreae Caesalpino, domo Aretio, archiatro eximio, solertissimo naturae investigatori, quod in generali sanguinis circulatione agnoscenda ac demonstranda caeteros antecesserit, plantas nondum in classes tributas primus ordinandas susceperit, rerum plurimarum impeditam intelligentiam explicuerit, universam morborum doctrinam magno cum plausu in hoc archigymnasio tradiderit, academia medica urbis et X viri a consiliis archigymnasio regundo honoris et memoriae causa MDCCCLXXVI.

2) Vgl. Scalzi (p. 23), Maggiorani (p. 62). In der Sitzung vom 7. November 1875 bei Gelegenheit der Anpreisung (encomio) von Ceradinis Qualche appunto, fasste ja unter Maggiorani's Vorsitz die römische Akademie den Statuen-Entschluss (p. 6).

Wirkt aber der Zauber auch ausserhalb Italiens? Die Sampson Gamgee und die Huxley, die Robert Willis und die Alex. Gordon, die Charles Richet, Douen, Ed. Turner, Charl. Dardier, die Da Costa und Chapman scheinen wenig davon zu spüren.

2) Italien ist so gross, auch medicinisch, anatomisch, physiologisch, Italien ist besonders in der Zeit, von der wir reden, so allgemein anerkannt als Schule alles soliden Wissens [1]) auf dem Gebiet der Herz- und Blut-Bewegung, dass es einen Caesalpin nicht braucht, um vor vielen Ländern herrlich und erhaben dazustehen. Ja selbst Florenz weist, in dem Portikus der Uffizien, der unsterblichen Grössen genug vor, so dass es nicht viel bemerkt würde, wenn neben den Dante, Petrarca, da Vinci, Michel Angelo, Boccaccio, Macchiavelli, Amerigo Vespucci, Galilei, Benvenuto Cellini die Statue Caesalpin's fehlen würde.

Auch von den Gelehrten des heutigen Italien halte ich zu hoch, um anzunehmen, dass sie durch Del Vita's Quintessenz in den Taumel blinder Begeisterung gerathen sind. Man braucht nur drei beliebige Stellen im Original selber nachzuschlagen, um einzusehen, dass mittelst eines derartigen Buchstabenspiels aus jedem Buche alles zu machen ist.

Doch auch Scalzi kann das kritische Italien nicht überzeugt haben. Abhängig von den wenigen und knappen Daten der G. B. Brocchi, Brambilla und Carl Fuchs (p. 17) begnügt er sich, auf Grund der Tradition die Geburt Caesalpin's auf 1519, den Tod auf 1603 festzusetzen und bringt von seinem Leben nur die Uebersiedelung aus Pisa nach Rom (p. 32 sq.). Scalzi rechnet auf die Feststimmung, um glauben zu machen, Colombo sei Caesalpin's Lehrer (p. 18), Acquapendente für Harvey der Vermittler der Lehre Caesalpin's gewesen (p. 19); Harvey's Meisterschrift

---

1) Nicolaus Kopernicus, der Arzt, wird, neben seinem ärztlichen römischen Collegen, als quasi contemporaneo hingestellt (p. 5). Man will nicht daran denken, dass Kopernicus 24. Mai 1543 in Ermeland, wohin er zurückgekehrt, gestorben war, während Caesalpin erst ein halb Jahrhundert später (1592) nach Rom kam.

2) Zu Arezzo bei Buonafede Pichi in 4⁰ auf 5 Seiten gedruckt, bringt die Vorlesung einen lateinischen Text, gleich als wären es Caesalpin's eigene Worte und am Rand die italienische Uebersetzung, hinten die Fundstelladresse: eine Arbeit, die selbst dem geschicktesten chinesischen Flickschneider alle Ehre machen würde.

habe ein Fischer (statt Fitzner) herausgegeben (p. 19), Caesalpin habe die capillare Cirkulation, die Harvey nicht kannte, entdeckt (p. 22)[1]; Taurel, Caesalpin's Gegner, stamme aus Montlabien — wo liegt das? — statt aus Montbéliard (p. 26); Theophrast aus Eesia — wo liegt das? — statt aus Eressus auf der Insel Lesbos (p. 27) u. dgl. m. Auf solche Weise hat sicher Scalzi die vermeintlichen Verdienste Caesalpin's um den Blutkreislauf keinem bewiesen, der nicht schon vorher fest daran geglaubt hat.

Aber auch Caesalpin's spekulative und experimentale Beleuchtung des Pflanzenlebens (p. 25 sq.) erhellt für niemand aus Scalzi's Festbehauptung, Caesalpin habe diesen oder jenen Theil der Pflanzen gekannt. Auch die chronologischen Verwirrungen imponiren Fachgelehrten nicht[2]). Es fragt sich doch, ehe man jemandem die frischen Entdeckerlorbeeren reicht, haben nicht seine Vorgänger sie verdient, indem sie dasselbe gelehrt und gethan wie jener? Scalzi aber kümmert es nicht, was der berühmte Botaniker Conrad Gessner (Historia plantar. 1541 sq.), was Rembert Dodoëns (De frugum historia 1555), Mathias de Lobel (Plantarum historia 1576), Charles de l'Ecluse (Rarior. aliq. stirp. hist. 1583) für die Botanik geleistet haben. Die Behauptung, als hätte durch 19 Jahrhunderte (seit Theophrast) niemand bis auf Caesalpin es gewagt, die Pflanzen neu einzutheilen, diese kühne Behauptung hätte Scalzi durch Caesalpin selbst widerlegt gesehen, falls Scalzi sich die Mühe genommen hätte, Caesalpin da zu lesen, wo er die verschiedenen Pflanzen-Eintheilungen und Ordnungen seiner Vorgänger durchgeht. Auch hätte es Scalzi bekannt sein sollen, wie schon 1541 Gessner die Eintheilung nach Blüthen und Früchten vorschlug, und Lobelius 1576 die natürlichen Familien der Pflanzen, selbst die Monokotyledonen von den Dikotyledonen unterscheidend, aufgestellt hat[3]).

Betreffs der Mineralogie nimmt sich Scalzi nicht die Zeit, zu untersuchen, in wie weit Caesalpin hier von dem genialen bahn-

1) Nur in einem Punkt scheint mir der wirkliche Caesalpin den wirklichen Harvey zu übertreffen, dass Caesalpin immer energisch auf einfache Medikamente drang (cf. Carl Fuchs: Andr. Caesalp., Marburg 1798, p. 21), während Harvey ellenlange Recepte verschrieb.

2) So soll Conrad Gessner in quel tempo medesimo mit Caesalpin gelebt und letzterer certamente inscio di lui geschrieben haben (p. 28).

3) Graesse: Das 16. Jahrhundert, Leipzig 1852, S. 1003, 1006.

brechenden Georg Agricola, dessen Werk (de natura fossilium etc.) schon 1565 erschien, und mit dem Caesalpin meist übereinstimmt, abhängig ist [1]). Auch sind es stolze Worte, aber keine Beweise, Caesalpin habe die ersten durchaus klaren Ideen (lucidissime idee) vom Sauerstoff, von den metallischen Salzen und vom Gewicht der Gase gehabt, und so seien es italienische Vorstellungen, welche, viele Jahre später, England die Ehre verschafft, die ganze chemische Wissenschaft umgestaltet zu haben (p. 37) [2]).

Was nun endlich Caesalpin's Bedeutung als Mediciner anlangt, so ist es jedenfalls schief und nur auf den Beifall unkundiger Festgenossen berechnet, zu behaupten, Caesalpin, der doch bloss schon in zwei Schriften den Galen als Autorität 290 Mal citirt [3]), habe mit edlem Muth die von Galen der Kunst angelegten Fesseln gebrochen (con nobile ardimento frangeva i ceppi posti all' arte dal Galenismo p. 38) [4]).

Auf der schwankenden Stufenleiter so vieler Irrthümer und so mannigfach gewagter Behauptungen wird Caesalpin von Scalzi zu einem Nationalheros [5]) erhoben, ja zu einem muthigen Herold (banditore) der Wahrheit, der auf dem stürmischen Ocean der Welt oft in Freiheits- und Lebensgefahr schwebt (p. 39), zu einem glänzenden Muster (splendido modello) für jedermann, der die Höhe sittlicher Vollkommenheit, des Herzens- und Geistes-Adels erklimmen will; zu einer Sonne [6]), die durch Wissen uns erleuchtet und durch Tugend die heilige Begierde nach Arbeit anfacht und vermittelt; zu einem Schutzgeist des römischen Atheneums, der sich in seinen Werken unsterblich sieht und aus ihnen den Andern Jugendfrische und Dauerleben zuführt (apportatori di vita perenne p. 41).

---

1) Graesse a. a. O. 989 fgd.

2) Warum Scalzi p. 37 sexangula figura der Diamanten bei Caesalpin in figura settangolare übersetzt, müssen wir ihm zu verantworten geben.

3) S. Biolog. Centralblatt Erlangen, III. Bd. 1883, S. 475.

4) Auch der Zusatz tuttora soverchiante ist schief, weil schon Vesal, Servet, Colombo, Valverde damals Galen bekämpft hatten.

5) Ora non sia che cherciamo d'altronde quello di che fummo un giorno ad altrui indicatori (p. 40 sq.).

6) Come il sole che spande luce e calore, egli illuminò col sapere, e colle virtù esemplari trasfude l'ardente brama al lavoro, in cui è la massima riccherza delle nazioni.

Auch bei **Maggiorani** erhalten wir kein Lebensbild von jenem ingegno meraviglioso, wohl aber eine im Ganzen zutreffende Schilderung des **Philosophen** von Arezzo. Caesalpin habe uns kein philosophisches System hinterlassen, sondern nur ein Bündel philosophischer Sentenzen. Gehe er doch nicht selbstständig daher (non procede con moto proprio), sondern folge den Fussstapfen seines Meisters Aristoteles (p. 43). Im Gefolge des **Aristoteles** dringe er auf die allen Vorstellungen und Beobachtungen zu Grunde liegende Einheit der Erkenntniss. Die Möglichkeit einer Methaphysik gebe er zu, aber betone die Beschränkheit (debolezza) des menschlichen Intellekts (p. 47). Auch glaube er an die Einheit der in der Erscheinung so mannichfach vertheilten Naturkräfte und an die Persistenz ihrer Energie, worauf Maggiorani ein besonderes Gewicht legt[1]). Freilich wird auch bei Maggiorani alles nur behauptet; als Belag dienen höchstens zwei, drei losgerissene Linien Latein. Und bei den Behauptungen läuft Falsches unter, solches, was der Festhörerschaft angenehm sein musste. So, dass Er erst des Aristoteles Werke von den scholastischen Formen gereinigt hätte (purgatele delle forme scolastiche): und doch kein Mediciner verehrte so wie Caesalpin die scholastisch-peripatetische Form. So, dass im 16. Jahrhundert es nur Einen Mann gegeben hätte, der Philosoph und zugleich Naturforscher war: es gab deren, ach! wie viele gerade damals[2]). Bedenklich ist es auch, aus Caesalpin einen Darwin vor Darwin zu machen, insofern schon Aristoteles aus Sonne[3]), Regen und Staub Pflanzen, Thiere und Menschen werden lässt: eine sog. Thatsache, auf welcher durch das ganze Mittelalter unzählige Argumente der Scholastiker basiren; wie denn „Evolutionen“ bei Servet sich finden und nachher bei Harvey, ohne dass man das Recht hätte, ihnen Darwin's Meinung oder gar System unterzuschieben. Auch die Vererbung geistiger Eigenschaften in dem Samen als Disposition des Gehirns (p. 52) ist keinesweges eine Entdeckung Caesalpin's, son-

1) La materia non si annichila ed il moto non si estingue (p. 48). Für Alinea 1 führt er aus Caesalpin keinen Beweis an.

2) Pomponazzi und Champier und Servet und Postell und Cardanus und Melanchthon und Cornelius Agrippa und Gribaldus und Telesius und Georg Venetus und Bolsec und Franz Vallesius und Franz Patrizj und Hieronymus Cardanus und Taurel u. v. a.

3) Pater autem omnium sol.

dern vor ihm von Galen, Vesal, Servet u. a. behauptet worden. — Im apologetischen Theil (p. 54 sq.) macht Maggiorani den Taurel, welchen Scalzi in Tourel umgestaltet hatte p. 38, zu einem Tarruel, wahrscheinlich, weil er jenes Kritiker's Werk ebenso wenig gesehen hatte, wie Ceradini und Scalzi. Die dem Caesalpin oft vorgeworfene Dunkelheit erklärt Maggiorani daraus, dass Caesalpin nicht lange Abhandlungen schreibt, sondern kurz und bündig (entgegengesetzte) Schlüsse hin und her webt (vibrare entimemi p. 55). Dass er den Aristoteles sehr häufig im Stich lässt (trascendendo ad ardite speculazioni) [1], würde dem Caesalpin selber als ein gar bitterer Vorwurf erschienen sein. Denn er wollte ihm unbedingt überall da Folge leisten, wo es nicht von der Kirche ausdrücklich verboten ist [2]. Nur liess sich mit diesem doppelten jurare in verba magistri vor einer Festversammlung des 19. Jahrhunderts nicht viel anfangen. In nicht specifisch christlichen Dingen giebt Caesalpin Irrthümer bei Aristoteles (gli errori) selbst theoretisch nicht zu, sondern nur ungeschickte Auslegungen unkundiger Commentatoren. — Wirft Buhle dem Caesalpin vor, dass er, trotz seines offenen Bekenntnisses zu dem aristotelischen nullum impossibile accidit, sich auf Magie, Wunder und Dämonen berufe, so erklärt sich Maggiorani diesen Widerspruch aus den Umständen jener Zeit, wo die Denkfreiheit mit unsäglichen Foltern, ja bisweilen mit dem Scheiterhaufen (rogo) bestraft wurde. Die Abhandlung über die Dämonen sei eine officiöse (officioso) Arbeit, ihm auferlegt durch die herrschende Obrigkeit (un discorso di occasione provocato da autorità prepotente p. 56). Seine wahre Meinung deute Caesalpin auch hier an. Auch lasse der Aretiner sich sonst bei Erklärung der Naturerscheinungen auf unnatürliche Gründe nicht ein (p. 57). Auch in der Schrift über die Dämonen sei er derselbe geblieben: er habe sich nur nicht in offenbare Feindschaft (aperta ostilità) mit den Lehren der Kirche setzen wollen, da er für Weise und Unweise zu schreiben hatte: darin dem Pomponazzi vergleichbar, der durch die Erklärung, derselbe Satz könne in der

---

1) Zutreffender wäre gewesen zu sagen, dass ihn Aristoteles sehr häufig im Stich lässt.

2) Mir ist kein Fall entgegengetreten, wo diese Theorie Caesalpin's praktisch geworden wäre und ihn zum concreten Widerspruch gegen seinen Meister gezwungen hätte.

Theologie falsch und in der Philosophie wahr sein [1]), sich das Leben aus jenem Feuer rettete, zu dem sein Buch verurtheilt blieb (p. 58). Ob wohl sämmtliche Festgenossen vom 30. October 1876 dabei nur gedacht haben, wie Maggiorani: glücklich wir, die wir in einer Zeit leben, wo man das sagen darf, was man denkt? [2]) — Auch Maggiorani's Schlusswort war auf die Festzuhörer berechnet. Weder Sensist noch Idealist, weder Mystiker noch Sceptiker, sondern Rationalist und Pantheïst sei der Philosoph von Arezzo gewesen (p. 59). Hätte er gesagt, wie es zu Tage liegt: der Held unseres Festes war zuerst und zuletzt und vor allem medicinischer Scholastiker: welch' ein Schaudern und Grausen wäre durch die Festversammlung gegangen! Dass des Caesalpin sog. Rationalismus und Pantheïsmus, seine Verquickung von Physiologie und Psychologie in Michael Servet sein Vorbild und seinen Ausgangspunkt hatten, davon ahnt Maggiorani nichts [3]). — Alles entschuldigt der schöne Tag (bel giorno), an dem der Schmutzfleck sekularer Vergessenheit ausgewaschen (si lavasse la macchia del secolare oblio p. 60), und dem „Wohlthäter der Menschheit" öffentlich die schuldige Ehre erwiesen werden sollte für die Erweiterung des Reiches der Wissenschaft und der Dank für die Ernte der Früchte, die uns sein Schweiss (de' cui sudori) gezeitigt hat. Da sind die Hörer edel und grossmüthig (nobile e generosi p. 61), da ist Arezzo gross und sein Syndikus und seine Akademie und seine Aerzte. Gross ist da Pisa und der Repräsentant seines Athenäums. Gross Florenz, das Caesalpin's Herbarium bewahrt und ihm eine Statue gesetzt hat (esaltò la memoria coll' innalzargli una statua) im berühmten Portikus der Ufficien (p. 62). Gross ist Rom und ganz Italien, gross mit Professor Giulio Ceradini, welcher der römischen Akademie jenes Werk geschenkt hat, durch dessen neue Argumente der Glaube an Caesalpin's Entdeckungen zum wissenschaftlichen Beweise [4]) werde und mit

1) Bekanntlich geht dieser Satz durch das ganze Mittelalter.

2) Servet dachte anders. Ein Wort von ihm, und er wäre nicht verbrannt worden.

3) Dastre: Revue des deux mondes 1 Août 1884, p. 664, giebt die mehrfache Aehnlichkeit und Sinnesverwandschaft beider zu, um auf dem Wege der psychologie de l'invention beiden zugleich ihre Entdeckungen abzusprechen. Ihre Augen gefallen ihm nicht.

4) Divenne per i nuovi argomenti una dimostrazione scientifica (p. 62).

Del Vita, der seine alte Vorlesung über Caesalpin zum heutigen Tage neu herausgegeben und allen Festtheilnehmern zum Geschenk gemacht hat (p. 62).

3) Kritische Schriften würden sich mit der flammenden Begeisterung eines Nationalfestes wenig vertragen haben. Aber an Ceradini's Schrift dürfen wir kritische Anforderungen stellen: denn sie ist kein integrirender Theil der Festlichkeit. Sind hier endlich Caesalpin's Lebensverhältnisse urkundlich klargelegt, sein Charakter und seine Methode gezeichnet, seine Ansichten über Blutkreislauf und Pflanzenleben aus dem Zusammenhang erörtert?

I) Stellen wir zuerst zusammen, was wir durch Ceradini über Caesalpin's Leben Positives erfahren.

Zunächst freilich wird das allgemein Anerkannte in Zweifel gezogen. Dass Caesalpin auf seinen sämmtlichen Büchern Aretinus heisst, sei von keinem Belang, da im XVI. Jahrhundert die Titel der Bücher nicht von den Autoren stammten, sondern von den Verlegern (p. 216)[2]. Dass man in Arezzo noch heute sein Geburtshaus zeigt (p. 218), habe keinen kritischen Werth. Dass ihn einmüthig alle Biographen als Aretiner bezeichnen, sei gleichgültig, da die Caesalpin-Biographen[3] kaum dieses Namens werth seien. Wichtig sei das argumentum e silentio, dass Giulio Negri unter seinen 2000 berühmten Florentinern keinen Caesalpin anführe (p. 215 sq.)[4]. Wichtiger, dass er de metallicis, wo er aus Toskana so viele Steine beschreibt, zwar den Beweis liefert, dass er sich lange in Arezzo, selten in Mailand oder der Lombardei aufgehalten haben müsse, aber sich doch nie Toskaner oder Aretiner nenne (p. 219)[5]. Am wichtigsten, dass er 1580 in der florentiner Ausgabe seiner Daemonum investigatio peripatetica sich selber

1) La Scoperta della Circolazione del sangue. Nuova edizione rifatta ed aumentata. Milano 1876. Die meisten von mir mit Preyer gerügten geschichtlichen Irrthümer der Ed. 1 sind hier stillschweigend beseitigt.

2) Als ob einem Verleger daran gelegen sein musste, dass sein Autor aus einem kleineren Orte stammt.

3) p. 210 führt er 8, resp. 16 an.

4) Auch führt ihn Mandosio nicht unter den Aerzten der Päbste auf (p. 226). Und doch war er's.

5) Es ist überhaupt seine Art nicht, in die objective Darstellung Subjectives einfliessen zu lassen.

de Blancis nenne und den Johann de Tonsis[1]) einen mailänder Patricier als seinen Landsmann anrede, unter dem Vermerk, wegen Missgeschicks seiner Anverwandten erkenne er jetzt Arezzo für sein Vaterland (Munusculum ex tuo concive, qui ob variam parentum fortunam Aretium nunc patriam agnoscit, hilari fronte excipe). Ceradini lässt ausser Acht, dass es auch hier auf dem Titel heisst Andrea Caesalpino De Blancis Aretino authore (p. 212) und schliesst kühn, sein Held habe gar nicht Caesalpin geheissen, sondern unter diesem Pseudonym verberge sich sein eigentlicher Name Bianchi[2]), er sei gar nicht in Arezzo oder überhaupt im Florentinischen, sondern in Mailand geboren; und falls er vielleicht doch in Arezzo geboren sei[3]), so wäre das Sache des Zufalls gewesen (soltanto accidentalmente): vielleicht auch sei er schon als Kind nach Arezzo gebracht und dort neutralisirt worden.

Auch wer der Vater des Andreas gewesen, wisse man nicht. Indess, ob er Giovanni oder Giovanbattista geheissen, Arzt oder Professor der Medicin gewesen[4]), ob aus der Familie des Andreas auch ein rector der Brüderschaft S. Maria della Misericordia 1571, 1586 aber ein zweiter Prior zu Arezzo gestammt, ob diese Familie auch Clanci oder Bacci geheissen habe, erscheint Ceradini schliesslich von keinem Gewicht (non ha evidentemente alcun peso). Urkunden kenne er nicht.

Dass aber Andreas 1519 geboren sei, glaubt C., ohne eine Urkunde dafür beizubringen[5]). Und auch dass Caesalpin in Deutschland Philosophie studirt, dortselbst schon als Jüngling sich berühmt gemacht und dort den Beinamen „der“ Philosoph oder Philosophenpabst davongetragen habe, spricht (p. 222) Ceradini

---

1) Tosi, Curator des botanischen Gartens in Pisa, dann Verf. einer Vita des Herzogs Emanuel Philibert von Savoyen, darauf Stadtrath von Mailand und Ritter des 1562 gestifteten Ordens des heiligen Stephano (p. 218 sq.).

2) Dieser wird mit dem velum latum (Bianchi di Velate supra Varese p. 217), mit den Welfen, mit dem imperator Romanorum Divus Plancius, mit den Clanci und Bacci in Verbindung gebracht. Und das heisst dann Geschichte an die Stelle der traditionellen Sage setzen.

3) Noi non sappiamo se la nascita di Cesalpino in Arezzo risulti precisamente dai registri battesimali di quella città o soltante per tradizione (p. 216).

4) In keiner Geschichte der Medicin treffe man einen solchen (p. 215).

5) B. Hutchinson: Biographia medica. Lond. 1799, T. I, p. 182 lässt ihn 1159 geboren sein. Offenbar ein Druckfehler!

getrost dem Brucker, Brucker aber dem Nicolaus Taurel nach, der das in der Vorrede zu seinen Alpes Caesae mittheilen soll, in Wirklichkeit aber nichts davon meldet.

Unter Leitung des aus Imola bei Bologna gebürtigen berühmten Lucas Ghini († Mai 1556), des ersten Gründers des in der ganzen Welt genannten botanischen Gartens von Pisa, studirte er die Botanik (p. 218). Unter Guido Guidi (Vidius), wie er selbst gesteht[1]), die Medicin. Ob er unter Realdo Colombo studirt hat, ist zwar nicht unmöglich, aber unbewiesen. Am 20. März 1551 soll er (am selben Tage[2])) die Lorbeern der Philosophie (und der Medicin) erhalten haben. Sonst heisst es in der ganzen Welt: ubi desivit physicus, ibi incipit medicus. Caesalpin sammelte einen hortus siccus. Das Exemplar dieses ältesten Herbarii, das noch heute zu Florenz im naturgeschichtlichen Museum aufbewahrt wird, schenkte er dem rev. Alphonsus, antistes Burgensis aus der Familie Tornabuoni. Das andere Exemplar, welches daneben dieselben Pflanzen für den Druck gezeichnet enthielt, schenkte er dem Grossherzog Cosimo I. von Toscana. Dieser ernannte ihn im Jahre 1555[5]), an Stelle des nach dem väterlichen Bologna heimgekehrten Ghini, zum Vorsteher des botanischen Gartens und zum Lektor der Botanik[6]). (Beides war, nach damaliger Auffassung, das Amt eines Physikers oder Philosophen.) Auch beginnt Caesalpin seine medicinischen Vorlesungen erst 1569[7]), und zwar wie es scheint, als Aggregat der Medicin, denn er heisst comes des D. Thomas Cornachino Aretinus pro diebus festis. Von

1) Praef. Art. medic. an Cardinal Pietro Aldrobandini.

2) Domin. Vigna: Animadversiones in Theophrast. Pisis 1625 (unpaginirt) und Steph. Maria Fabbrucci 1761, p. 65, bemerken dies, ohne hervorzuheben, dass es sonst unerhört ist. Jedermann musste erst baccalaureus oder magister in der Philosophie sein, ehe er anfangen durfte, Medicin zu studiren. S. meinen Aufsatz in Virchow's Archiv. Bd. 80, 1880, S. 50 fgd., 56 fgd., 66 fgd.

3) Vigna sagt sogar den Doktorgrad.

4) 767 Pflanzen auf 260 grossen Seiten.

5) Das Quinquennio elapso p. 65 bei Fabbrucio (Nuova raccolta, Venez. 1761) ist aus p. 62 zu präcisiren.

6) de simplicibus.

7) Von 1555—1569 konnte er gut auch in der Medicin baccalaureus, licentiatus und endlich Doctor geworden; zuerst D. aggregatus, zuletzt D. regens.

1571—1591 las er allein über die gewöhnliche medicinische Praxis. Die Zeit, wie lange er Vorsteher des botanischen Gartens von Pisa gewesen, lässt sich nicht genau bestimmen [2]). Lektor in Pisa blieb er 36 Jahre.

1571, in seinem 52. Lebensjahre, veröffentlichte Caesalpin sein erstes Werk, jene Quaestiones peripateticae mit einer Vorrede ex Pisana Academia Kal. Juniis 1569 [3]), welches ihm 1593 oder 1597 die Feindschaft des Mömpelgarter Nicolaus Taurel (Alpes caesae) und später die des Archidiakon Samuel Parker in Canterbury (De Deo et Providentia) zugezogen hat [4]): ein Streit, in dem man ihm Gottlosigkeit und Atheïsmus vorwarf.

Auf Anlass des Erzbischofs von Pisa, Petrus Jacobus Borbonius veröffentlichte er 1580 [5]) die Daemonum investigatio, 1583 aber, mit einer Widmung an Franz von Medici, de Plantis, endlich gleichfalls in Pisa die Quaestion. medicar. L. II und De medicamentorum facultatibus. Doch erschienen beide letzteren Werke erst 1593 bei Giunta in Venedig, als Caesalpin schon nach Rom übergesiedelt war.

Als nämlich, aus einem bisher unbekannten Grunde, der Grossherzog von Toscana dem Caesalpin das Versprechen, auf seine Kosten Caesalpin's schon vor 1579 vollendeten botanischen Tafeln zu veröffentlichen (p. 224), nicht gehalten [6]), eben so wenig ihm seinen Wunsch [7]), ihn zum medicus religionis und zum Ritter des Ordens von St. Stephanus zu ernennen, erfüllt hatte (p. 225), und als 1592 der Mediciäer den Mercuriale aus Padua als ausserordent-

1) Per viginti annos: Vigna, Fabbrucci.

2) Nach Calvi bei Ceradini von 1555—58 und von 1563 an, nach Ceradini (p. 221) von 1555—1583.

3) Renzi bezeichnet die ed. II von 1593 als ed. V, drei Editionen aufzählend (1569, 80, 88), die nie existirt hätten (Ceradini 221).

4) Die Schriften dieser Gegner hat Ceradini (223) nicht gesehen.

5) So p. 211, cf. 214. Dagegen p. 223 sagt derselbe Ceradini: sette anni dopo le Questioni peripatétiche C. publicava la Daemonum investigatio (7 + 1571 = 1578). Dann aber fährt er fort: e tre anni appresso nel 1583 quel trattato di botanica. Das ist recht confus!

6) Caesalpin beklagt sich darüber bei dem herzoglichen Sekretair Belisario Vinta (25. Juni 1579). Der Druck war sehr kostspielig, Caesalpin arm (p. 224).

7) Er hat ihn 1583 dem Herzog ausgesprochen, beim Tode des Thomas Cornacchini, der beide Ehren bekleidet hatte (p. 224 fgd.).

lichen Professor, aber mit höherem Gehalt, wie irgend einen seiner Collegen, nach Pavia berief: da unterhandelte Caesalpin, einst Günstling von Cosimo, Franz und Ferdinand Medici, mit einem seiner Schüler, dem berühmten römischen Arzt und Naturforscher Michele Mercati, dem Leibarzt Pabst Sixtus V. und seiner Nachfolger. Und Clemens VIII. [1]) berief Caesalpin am 8. Sept. 1592 als Leibarzt und medicinischen Professor an der Universität nach Rom [2]). Er erhielt 1000 Schildthaler, nämlich 600 rx. als Lektor der ordentlichen praktischen Medicin und 400 rx. als Leibarzt des Pabstes. Eilf Jahre hat Caesalpin in Rom die Medicin gelehrt. Im Jahre 1596 veröffentlichte er seine schon in Pisa begonnene, zu Rom, um seines Schülers und Freundes, Mercati, des Vorstehers der Methallotheca Vaticana willen, zurückgelegte Schrift De metallicis [3]), mit einer Vorrede an Pabst Clemens VIII., in der er die Entstehungsgeschichte dieses Buches bringt (p. 227). In diesem Buche wird u. a. von Elephantenknochen gesprochen, die bei dem Städtchen St. Joannis ausgegraben seien und die von den Elephanten des Hannibal herstammen sollen. Endlich 1602 veröffentlichte Caesalpin, im dreiundachtzigsten Lebensjahre [4]), den ersten Theil seiner Ars medica [5]); 1603, in seinem Todesjahre, den andern Theil. Es sind dies die Vorlesungen seiner letzten Lebensjahre. Der erste Theil ist noch dem Pabst Clemens VIII., der zweite Theil dem Cardinal Pietro Aldrobrandini gewidmet. Schon 1606 wurde es durch Robert Mejetti zu Treviso [6]), 1670 zu Strassburg durch Adam Bruxius wieder herausgegeben [7]). Das letzte von Caesalpin selbst [8]) herausgegebene Werk war ein Ap-

1) Um seiner Entdeckung des Blutkreislaufs willen, sagt die späte Fabel, als deren Mund Fabbrucci 1761 (p. 66. Nuova raccolta. Venez.) sich hergiebt.

2) Um seinetwillen soll u. a. Hieronymus Mercurialis Foroliviensis aus Pisa nach Rom übergesiedelt sein.

3) Fabbrucci (Nuova racolta 1761 p. 66) rügt senilem oscitantiam et notabiles omissiones.

4) Ceradini schreibt all' età di 82 anni, p. 227. Das Buch wurde nämlich zu Rom bei Aloys Zanetti 1601 zu drucken angefangen, 1602 aber erst, mit den „Errores“ versehen, dort herausgegeben (p. 228).

5) Nur diesen hat Ceradini gesehen (p. 227).

6) Unter dem Titel: Praxis universae artis medicae.

7) Unter dem Titel: Katoptron sive speculum artis medicae.

8) „Wenige Tage vor seinem Tode“ vermuthet Ceradini p. 229.

pendix ad libros de plantis et quaestiones peripateticas, Rom bei Aloys Zannetti 1603 [1]). Er widmete es dem florentiner Patricier Baccio Valori, Geheimrath des Grossherzogs Ferdinand von Medici, 19. Januar 1603. In dieser Schrift spielt jener orientalische Balsam eine grosse Rolle, mit dem man wer weiss wie viel Krankheiten zu heilen meinte und der, gerade wie die Edelsteine, fürstlich bezahlt werden musste (p. 229 fdg.). Vor Abschluss der Schrift überraschte ihn der Tod. Caesalpin hatte sich vorgenommen, die Angriffe Taurel's zurückzuweisen. Er that das in sehr würdiger Weise [2]), und suchte zu zeigen, wie des Aristoteles Lehrsätze (dogmata) so eng ineinandergefügt sind, dass man nicht Einen daraus verrücken darf, ohne alle wankend zu machen. Endlich raffte ihn die Pleuritis dahin. Das Datum des Todes und Begräbnisses von Caesalpin (24. Februar oder 15. Februar oder 15. März oder 24. März 1603) lässt Ceradini wieder unbestimmt (p. 231) [3]).

Ist das nun, was Ceradini hier bietet, der Ersatz für die fehlende Biographie Caesalpin's (manca tuttavia una biografia di Cesalpino)? Kann man aus dem, was Ceradini nur zum Theil aus den Urkunden selber beigebracht hat, ihm beipflichten, dass Caesalpin's Leben bekannt genug ist (abbastanza nota p. 209) in dem Theil von seinen Pisaner Lorbeeren an bis zu seinem Tode? Und hat Ceradini über die völlig dunkle Zeit seiner Geburt, Kindheit, Jugend (nulla si sa dell' infanzia e della giovinezza del celebre naturalista p. 210) und seines Todes irgend etwas Festes, Zweifelloses beigebracht?

Wir müssen alle diese Fragen verneinen. Geburtsort, Kindheit, Jugend, Todestag Caesalpin's werden uns zweifelhafter gemacht wie je. Selbst der Name Caesalpin's wird zu einem Pseudonym, wie Ceradini auch den Galen zu einem Pseudonym, wenn nicht zu einer mythischen Figur und den Servetus zu einem Pseudonym zu Gunsten des Michael Reves gestempelt hatte (p. 19 al. 26 sq.). Was aber Ceradini über den bekannteren Theil vom Leben Caesalpin's bringt, ist kaum neu zu nennen. Man kann

1) Es ist äusserst selten (p. 229).

2) Mit Anspielung auf die Alpes caesae antwortet Caesalpin: caedi patiar ad emendationem. At veritatem vel tantillum vulnerari nunquam patiar (p. 230 bei Ceradini).

3) Vigna nennt 15. März 1603.

alles Wesentliche in Jöcher's Gelehrten-Lexikon, bei Carl Fuchs, bei Kurt Sprengel oder bei Haeser finden. Auch ist es weniger eine ansprechende, farbenreiche, markige Vita zu nennen, als eine trockene, bisweilen auf recht zweifelhaften Grundlagen beruhende Bibliographie. Was daher Ceradini von Caesalpins Biographieen[1]) sagt (le biografie di Cesalpino meritano appena questo nome p. 210), das gilt von der seinen mit. . . .

4) Schwer ist es nun aber für einen Nicht-Italiener einen Italiener über Caesalpin zu ergänzen[2]). Befinden sich doch fast sämmtliche bibliographische Notizen über Caesalpin nicht im Körper seiner Werke selbst — die halten sich von allem Persönlichen frei — sondern in denjenigen Vorreden zu den ersten Ausgaben, die nach Verkauf derselben in den folgenden Ausgaben weggelassen wurden und desshalb in anderen Ländern als in Italien, kaum aufzutreiben sind. Auch müsste man besonders die Epistolae familiares der Italiener jener Zeit, insbesondere das Epistolarium des Joannes Argenterius († 13. 5. 1572), Nicolaus Boldonius, Remigius Melioratus, Bartholomeo Gatteschius, des Sylvaticus Guidius, cleric. Volaterranus, des Erzbischof Honufrius Bartholinus Medice, unter denen er promovirt hat, sowie den Briefwechsel seiner Lehrer Guido Guidi, Lucas Ghini und seiner hohen Gönner durchforschen. Wir geben nur Beiträge zu einer Vita.

Was zunächst den Namen unseres Helden betrifft, so ist allen bisherigen Biographen entgangen, dass in dem italienischen Brief vom 23. September 1560, den die Kommune von Arezzo aus den Archiven[3]) urkundlich treu veröffentlicht hat, er sich, falls der Abdruck richtig ist, Andrea Cisalpino mit einem i nennt; während in der Petition, um Bürgerrecht in Arezzo für sich und seine Söhne und Enkel (per linea masculina in perpetuo) zu erhalten, die am 6. September 1551 vom Collegium an den Gemeinen Rath (Consilio generali) übergeben und am 16. Dec. 1551 von diesem

1) Das Beste und Vollständigste, was es bisher über Caesalpin gab, die von Carl Fuchs in Marburg 1798 erschienene Doktordissertation hat Ceradini in Italien nicht auftreiben können (p. 210). Ob er Oettinger, Durazzini, Gentilè, Niceron, Brocchi, Dupetit-Thouars, Jourdan wirklich gelesen hat, beweist er nicht. Fuchs hängt im Geschichtlichen ganz von Vigna ab.

2) Dass selbst in Italien Caesalpin's Werke schwer aufzutreiben seien, darüber klagt schon 1751 Jos. Carafa: de gynmasio Romario. T. I, p. 212.

3) Atti criminali del Commune di Arezzo.

gutgeheissen wurde[1]), sein Vater M. Giovanni di M. Andrea Cesalpini heisst mit einem e, falls der Abdruck richtig ist[2]).

In diesem aus den Archiven von Arezzo publicirten Briefe redet M. Giovanni di M. Andrea Cesalpini davon, dass in diesem Frühling (in questa primavera), also Ostern 1552, ein Sohn von ihm, der sich auf dem Collegio di Pisa befinde (un figlio nel Collegio di Pisa) das Doktor-Examen machen werde (si addottorerà), um seinem Vaterland und seinem Hause Ehre und Nutzen zu bringen (per fare honore et utile alla Patria et casa sua): eine Thatsache, die Ceradini wiederum entgangen ist. Auch nennt sich hier der Vater unseres Freundes M. Giovanni di M. Andrea Cesalpini aus Ochio, einem Theil der Lombardei[3]). Es ist das bekannte Ochio bello am Po, zwischen Rovigo und Ferrara. Damit fallen Ceradini's mailänder Hypothesen dahin, sowie seine Zweifel, ob der Vater Giovanbattista oder Andreas hiess. Aber auch die andern Ungewissheiten über die Familie. Denn die Daten hier sind ganz präcis. Unseres Freundes Vater nennt sich 1551 Einwohner von Arezzo (habitante Arezzo) seit über 50 Jahren (oltre ad anni 50). Er muss also um die Wende des Jahrhunderts übergesiedelt sein, an der Hand seines Vaters (tirato da suo padre). Seine Ahnen aber (li suoi antenati) hätten ihrerseits über 150 Jahre (meglio di anni 150), also seit vor 1400 die aretiner Steuern bezahlt (pagato le gravezze). Wie erhellt, stammte demnach schon die Familie Cesalpin, seit mindestens anderthalb Jahrhunderten damals, aus Arezzo[4]), südöstlich von Florenz, wanderte aber, um Schicksal's Schläge willen, wahrscheinlich Ende des fünfzehnten Jahrhunderts aus, so dass unseres Helden Vater im Dorf Occio in der Lombardei geboren wurde und kehrte um 1500 nach Arezzo zurück, so dass der berühmte Gelehrte wieder in Arezzo geboren wurde.

1) Per 36 fabas nigras, 14 albis in contrarium non obstantibus.

2) p. 10 der Inaugurazione della lapide etc. Das di deute ich als Herkunft: der Grossvater würde also auch schon Andreas geheissen haben. Das doppelte M deute ich als Magister. Vater und Grossvater unseres Andreas hätten demnach schon studirt. Auch Steph. Mar. Fabbrucci in der Nuova raccolta Venez. 1761, p. 64 spricht von sub ductu doctissimi patris (Joannis).

3) Dalochio parte di Lombardia. Durch die Minuskel und die Zusammenziehung ist der Ortsname bisher übersehen worden.

4) Eben in Arezzo wurde ein Jahrhundert später der berühmte Francesco Redi geboren. Cf. Haeser: Gesch. der Medicin, II. Bd., 3. Aufl., S. 286.

Der andere Brief Caesalpin's, den das Jubiläum an das Licht gebracht hat, richtet sich an den Grossherzog von Toscana, datirt vom 16. December 1583 aus Pisa und ist unterzeichnet „Ihr unterthänigst ergebener Diener Andrea Cesalpino“ mit einem e. Es handelt sich um die im Orden von St. Stephanus durch den Austritt des M. Thommaso Cornacchini vacant gewordene Stelle eines Ordensarztes (medico della religione), die Caesalpin schon früher vertretungsweise bekleidet hatte (in absentia del detto M. Thomaso) und auch jetzt verwalte, im Auftrage des Raths (come sustituito dal consiglio). Die endgültige Besetzung hänge aber von der Entscheidung des Herzogs selber ab. Er Caesalpin habe sich nur bereit erklären wollen, dem Herzog zu dienen (prontissimo in servirla) und verspreche alle Sorgfalt und Fleiss (ogni cura et diligentia) auf dieses Amt (peso) zu verwenden.“ Wir sahen oben, dass diese Bitte keine Erhörung fand, wahrscheinlich wegen Intriguen gegen den „Atheïsten“.

Es ist merkwürdig, dass der grosse Einfluss, den Caesalpin durch seine wissenschaftlichen Werke auf Mit- und Nachwelt ausgeübt hat, bisher nur auf dreierlei Weise sich hat constatiren lassen: 1) durch die Zahl der Ausgaben, welche seine Werke gefunden haben. Und da ist, wie schon Ceradini gezeigt hat, manches übertrieben worden. Bibliographen haben aus 3 Ausgaben 5 gemacht[2]). Ein bibliographischer Kritiker müsste einmal das ganze Material gehörig sichten. Aber es muss ein Italiener sein. Wenigstens scheint man in Italien, was ja auch nahe liegt, heute noch die meisten Ausgaben des Italieners, auch die in Deutschland so seltene und doch der Vorrede wegen so wichtige editio princeps jedes Werkes, zu besitzen. 2) Constatirt sich Caesalpin's Ansehen und Einfluss durch die Verse, welche dem Werk, nach Sitte jener Zeit, vorangehen und in denen der Autor von irgend einem obskuren Vetter, Neffen oder Amanuensen angesungen oder gepriesen wird. Solche durch die Buchhändler veranlassten und gut bezahlten Fabrikate haben literarisch und geschichtlich meist nicht den geringsten Werth. Während nun aber sonst der Einfluss eines Professors durch seine Werke sich wiederzuspiegeln

1) Inaugurandosi la lapide onoraria etc. Ceradini p. 224 nennt es eine Veröffentlichung von Minati.

2) S. oben Ceradini 221.

pflegt in der Schule, die er gegründet, in der Methode, die sich durch seine Anhänger fortpflanzt, in anerkennenden öffentlichen Kritiken oder doch in seiner Correspondenz mit Gleichgesinnten, wissen wir über Caesalpin aus derartigen Quellen nichts. Die 3) Quelle für seinen Einfluss sind, sonderbar genug, seine Feinde.

5) Eś kommen zwei in Betracht, Taurel und Parker. Aber selbst über diese weiss man so gut wie nichts. Und das wenige, was man berichtet, ist meist falsch. Es scheint mir daher eine englisch-deutsche Aufgabe zu sein, diese Schattengestalten wieder mit Leben zu füllen und in das rechte geschichtliche Licht zu setzen, um so mehr als unter Italienern und Franzosen die Rede geht, aus jenem Streit könne heute kein Mensch klug werden[1]. Wer war Taurel? Wer Parker? Was war ihr Charakter? Und wie benahmen sie sich zu ihrem Widersacher, Caesalpin?

So geht es denn zuerst nach Mömpelgart. Garnicht genug weiss Taurel zu rühmen von dem idyllischen Glück, das unter der Herrschaft der kunstliebenden Grafen und Herzöge Georg († 1558), Christoph (1550—1568) und Friedrich von Württemberg († 1608) die Grafschaft Mömpelgart, jetzt Montbéliard, Dép. Doubs, genoss. In Mömpelgart wurde dem ehrsamen Stadtschreiber (polygrammatos) Oechslin am 26. November 1547, also etwa anderthalb Jahr nach Luther's Tode, ein Sohn geboren, der sich frühe durch Anlage und Interesse für alles Wissenswerthe auszeichnete. Der Vater, der kein Vermögen besass[3], war froh und dem Herzoge dankbar, dass sein Sohn Nikolas Oechslin sechs Jahr und darüber auf Grund eines fürstlichen Stipendii, das immer 10 Landeskinder genossen, in Tübingen die Philosophie, Theologie und endlich, als ihm das Geschenk eines Onkels erlaubte, sich frei zu entschliessen, mit besonderer Freude Naturwissenschaften und Medicin studiren konnte. Und so tief drang unter der Leitung des

1) Tizaboschi bei Ceradini l. l. p. 228.

2) Alpes Caesae 1597 bei M. Zacharias Palthen, in der Dedicatio.

3) Auch Nicolas T. hatte nichts übrig. Als daher, auf Anregung seiner convictores, er mit Bildern seine Stammbuchverse (Emblemata) veröffentlichen wollte, steuerten alle von ihm angesungenen Studenten zusammen, mit der Erlaubniss, quâ qui vellet emblemati suo sua adjiceret insignia (Wappen): Praef. der Emblemata physico-ethica, Noribergae 1595. Die Reihenfolge der Gedichte ist chronologisch, damit kein Neid sich entspänne.

damals in Deutschland berühmtesten Aristotelikers Jacob Schegk (1511—9. 5. 1587)[1]) der Jüngling in das Studium der christlichen Philosophie, dass er schon als achtzehnjähriger, unter dem Namen Nicolaus Taurellus einen Philosophiae triumphus ausarbeitete und (zu Basel) 1573 herausgab: ein später von ihm als unreif verworfenes Werk, das den Theologen[2]) nicht gefiel, weil er der Philosophie das zuzuschreiben schien, was allein der Theologie zukomme, bei den Philosophen aber Anstoss erregte, weil er der alten Philosophen Irrthümer schonungslos aufdeckte und widerlegte. Als er daher im Jahre 1570 die höchsten Ehren in der Medicin erreichte, hatte sich dem jungen Polyhistoren der Ruf eines „Atheïsten" so fest an die Fersen geheftet, dass er, metu theologorum, die Stelle eines herzoglichen Leibarztes, zu der er vorgeschlagen war, ja überhaupt in den württembergisch-mömpelgarter Landen eine Anstellung nicht erhalten konnte. Er ging in die Schweiz. Die Universität Basel berief ihn[3]) als Professor der Medicin, Physik und eine Zeit lang der Ethik. Von dort aus veröffentlichte er eine Reihe gelehrter Werke. Darin nahm er manches, was in dem Philosophiae triumphus knabenhaft gewesen, zurück und bekannte, auf Grund des griechischen Aristoteles, sich zu einer christlichen Philosophie, die des Heiden irrige Lehren über Gott, über die Vorsehung, über die menschliche Seele u. a. mit logischen Gründen bekämpfte und verwarf. So verbesserte sich auch in der deutschen Heimath sein Ruf und er wurde 1580 mit der medicinischen Professur[4]) an der kleinen waldum-

---

1) In des Nic. Taur. Carmina funebria. Noribergae 1592 feiert er auch seinen Lehrer Cujus Aristotelem studio Germania coepit E densis eductum agnoscere velle tenebris. Er rühmt seine griechischen und lateinischen Gedichte, theologische Streitschriften.

2) Quenstedt, Osiander etc. — W. Gass: Gesch. d. protest. Dogmatik. Berlin 1854, I, S. 183 fgd. scheint Taurel's spätere Werke ad Aristotelis metaphysicam Synopsis etc. nicht zu kennen.

3) Collegen waren ihm Franz Hotomann, Jurist, † 5. Februar 1590, Theodor Zwinger, Arzt, † März 1589, Basilius Amerbach, der Jurist. cf. Nic. Taur. Carmina funebria. Noribg. 1592.

4) Seine Altorfer Collegen waren die Juristen Hugo Donellus, † 4. Mai 1591 und D. Christophor. Herdesianus, der Theologe Joh. Pickart Pabeberg, der Mathematiker Christian Heyden. Cf. Introductio novae scholae Altorfianae. Noribg. 1575.

rahmten nürnbergischen Hochschule Altorf[1]) — sie ist 1809 mit der Erlanger vereinigt worden — betraut.

Um sich dem freier denkenden, toleranten Herzog Friedrich, der wegen Judenhetze seinen Hofprediger Lucas Osiander absetzte[2]) und der vergeblich den Taurel sich einst zum Leibarzt ausersehen hatte, erkenntlich zu beweisen, widmete er ihm unter ehrenvoller Erwähnung seines theologisch und philosophisch geschulten Rathes Christoph Firx[3]), seine Widerlegung Caesalpin's.

Die Alpes Caesae, hoc est, Andr. Caesalpini, Itali, monstrosa et superba dogmata, discussa et excussa, erschienen, ohne Angabe des Orts, (zu Frankfurt a. M.) bei M. Zacharias Palthen im Jahre 1597: ein Werk von 1069 Seiten, das, nach Art jener Zeit gleich auf dem Titel durch den Verleger gerühmt wird als „scharf, spitzig, wohlgefeilt, den Studenten der Philosophie überaus nützlich und unentbehrlich."

Taurel verband mit der Herausgabe verschiedene Zwecke. Ausser der Dankbarkeit für den Herzog Friedrich, dem er gern seine ärztlichen Dienste gewidmet hätte, galt es ihm, sich mitten in einer aristotelisch gerichteten Zeit als ein echter Schüler[5]) des autoritätenfreien Aristoteles-Kenners, Jacob Schegk[6]) zu erweisen. Es galt ihm ferner zu zeigen, dass ihm die Reinheit und Zierde (decus) der christlichen Philosophie am Herzen liege und er bereit sei, mannhaft (pro virili) sie gegen die Heiden und die ihnen anhängenden falschen Christen zu vertheidigen. Es galt

---

1) Er heisst in den Emblemata Physico-ethica 1595 zu Nürnberg: Physices et Medic. in Altorfens. Noric. Academia Professor. Altorf lag „im Land und Gebiet der Reichsstadt Nürnberg." Am 29. Juni 1575 hatten die Nürnberger ebenda ein Gymnasium gegründet.

2) S. Herzog's Theolog. Realencyclopädie. Bd. 10, S. 724.

3) Ihm hatte er Hanoviae Cal. Mart. 1596 seine Synopsis Aristotelis Metaphysices ad norman christianae religionis explicatae, emendatae et completae gewidmet. An den Chr. F. Linonus richtet er eines der ernstesten Emblemata: wer Ein Gebot übertritt, übertrete sie alle.

4) T. rühmt Alpes excidi Caes-Alpinianas und verspottet den Gegner Caes-Alpin: Alpes secat, ut effugere possit p. 954.

5) At quid hoc est, quod offero? Scheckianae philosophiae perpetuo fui studiosissimus, quod non Tubingae modo, verum etiam in aliis omnibus Germaniae scholis observaretur atque vigeret (Ep. dedic.).

6) qui tum temporis Peripateticorum princeps fuit (l. l.). Ihm folgt er in der Synopsis 1596, p. 99.

ihm endlich, die deutsche Jugend, die nur zu leicht sich in den Dienst der Fremden begebe (nos exterarum gentium mancipia facere p. 21) gegen die italienische Neuerung und Zurechtmachung des Aristoteles zu schützen und ihr den, durch Schegk wiedergewonnenen, hohen Schatz des griechischen Aristoteles zu wahren.

Der verrufene „Atheïst", den J. Wilh. Feuerlein in einer besonderen Abhandlung vertheidigte, zeigt hier in jedem Hauptstück, wie sehr es ihm darauf ankommt, die Philosophie in Uebereinstimmung mit dem christlichen Glauben zu bringen (nostrae religioni convenienter explicare p. 30 al. s.). „Die Säuberung der Philosophie durch die Sprüche der Bibel, sagt er, wollen wir den Theologen überlassen. Aber es ist unsere Sache, die falsche Philosophie mit philosophischen Gründen richtig zu stellen. Oder muss etwa durchaus die gesunde Philosophie der christlichen Theologie widersprechen? Ist denn etwa die Philosophie ein Teufelsgeschenk (diaboli donum) und nicht auch Gottes? [1]). Nicht den Heiden sollen wir diese Waffe gegen uns überlassen. Ist sie doch in doppeltem Sinne unser. Einmal weil wir durch besonderes Vorrecht und Gnade (singulare privilegio et gratia) des Sohnes Gottes (Dei filii) und aller seiner Güter Erben geworden sind. Sodann weil wir, als von Gott gelehrt (divinitus edocti) uns viel besser im Stande fühlen, über solche Dinge zu urtheilen (p. 27). Gerade dass Taurel nirgends ein Glaubensbekenntniss giebt, wohl aber, so oft sich Anlass bietet, den Glauben bekennt an einen allmächtigen und allweisen Gott [2]), der frei aus nichts die Welt geschaffen, an eine auch in dem Kleinsten zweckmässig frei waltende Vorsehung [3]), an Gottes Sohn, unsern Heiland [4]), den Auferstandenen, an Gottes freie Wunder

---

1) Aehnlich Praef. Emblematum. Da bekämpft er die, qui naturam vitiorum omnium scaturiginem (Brunnquell) esse putant: quasi quicquam fecerit Deus, quod nos ab eo abstrahere possit. Denn naturam iniquum est id dici, quod ad naturam ob peccatum accessit extrinsecus.

2) naturae dominus, potentissimus et sapientissimus rerum opifex Deus animam dedit. In der Synopsis 1596 hatte er mit Schegk die ganze kirchliche Trinität in Plato angelegt gefunden (p. 99).

3) Er besingt sie in einem Gedicht, Synopsis p. 133—139.

4) Auch Praef. Emblematum erscheint er als noster salvator neben Deus und spiritus sanctus.

und Gnaden, an die Heiligungskraft der Sakramente, an die Engel und Teufel; dass er überall Front macht gegen Ketzer und Betrüger, Astrologen und Pantheïsten, dieses gelegentliche und gewissermassen zufällige Bekenntniss seines Glaubens giebt ihm gerade die meiste Kraft (Pr. 14. 23. 30 p. 201. 231. 327. 336. 339. 579. 748 al. s.).

Taurel ist kein Deïst, wozu ihn um seiner Erstlingsschrift willen Gass und Herzog machen [1]), sondern ein gläubiger Philosoph. Und dabei Freidenker im besten Sinne des Wortes.

„Mag doch jeder sagen, was er will. Sind alle Gründe erwogen und geprüft, wird doch zuletzt die Wahrheit selber siegen. Ep. dedic. Wozu drängt sich dazwischen der Menschen Autorität? Lasst doch Urtheil und Uebung in der Erforschung und Festsetzung der Wahrheit frei (p. 38) [2]). Bilde dir nicht ein, dass ich jemandes Knecht (mancipium) sein wolle. Rechtschaffene Leute (viri boni) lassen sich weder durch Leidenschaften noch durch Autoritäten bestimmen, sondern allein durch Gründe. Drücke doch die Wahrheit so sehr du willst zu Boden, sie bricht dennoch wieder hervor (emergat p. 37). Beim Denken liegt einmal alles Recht in den guten Gründen (omne jus in rationibus est positum): und in philosophischen Dingen sind wir nicht gewillt, uns eines Menschen Herrschaft zu fügen (nullius hominis imperium agnoscimus p. 38). Oder ist es denn so schlimm, frei zu denken (libere philosophari, quid mali est: Ep. dedic.)? Taurel mag keiner Sekte angehören (cum enim nulli sectae simus addicti p. 37) und so auch nicht der peripatetischen, selbst wenn sie allesammt entschlossen wären, völlig (toti) von dem Ausspruch des Aristoteles abzuhangen (p. 38). Das ist, sagt er, kein Beweis, wenn ihn auch Aristoteles bringt (p. 16). Aristoteles braucht hier Gründe, die nicht die geringste Kraft haben. Diese Sache ist höchst absurd, ob es gleich die des Aristoteles ist (p. 18). Zusammenstürzt hier das grosse Dogma des Aristoteles“ (p. 74). Solche und ähnliche Aussprüche finden sich häufig bei dem Mömpelgarter.

---

1) Auch dass er eine naturalis morum philosophia schreiben wollte (Praefat. Emblemat.) ist dafür kein Beweis.

2) non obstante ullius hominis authoritate, liberum sit exquirendae et stabiliendae veritatis judicium et exercitatio.

Eine derartige Betonung der Gedanken-, Rede- und Press-Freiheit zur Zeit König Philipp II. (1556—1598) nicht durch einen fingirten Marquis Posa, sondern durch einen geschichtlichen Kämmerersohn in einem seinem Fürsten gewidmeten Werk stellt ganz unwillkürlich die Sympathie der Kinder des 19. Jahrhunderts auf die Seite des Mannes, der nicht mit Caesalpin des Aristoteles Worte beschwört und es darum auch nicht nöthig hat, zur Versöhnung mit den modernen Entdeckungen, den „Pabst der Philosophen“ umzudeuten und zu verdrehen.

Aber das Jahrhundert Philipp II. war nicht dazu angethan, irgend jemand im Genuss eines so erhabenen Standpunktes ungestört zu belassen. Als am 18. September 1606 der Altorfer[1]) Professor, drei Jahre nach Caesalpin, an der Pest starb, hatte er bis auf's Blut gekämpft gegen Jesuiten und Lutheraner, Mediciner und Philosophen, Deutsche und Italiener[2]). Feinde ringsum, war er genöthigt gewesen, jeden Fuss breit freier Erde sich zu erringen; aber er liess dadurch auch ganz unwillkürlich in jene Bitterkeit der Polemik sich mit fortreissen, welche uns die Schriften des 16. Jahrhunderts oft so widerlich macht.

„Ein gefährliches, gottloses Dogma; eine offenbare Gottlosigkeit; eine reine, nackte Lüge; eine schöne Geburt aus dem mütterlichen Ungeheuer; schlimmer und absurder als irgend eine Ketzerei; ich bezweifle ob jemals etwas so abscheuliches und fluchwürdiges gelehrt worden ist; ob man im Stande ist, etwas Gottloseres zu ersinnen? Zum Teufel mit diesem Vieh (bestia), das so vieler Uebel Mutter geworden ist: eine schöne philosophische Gottlosigkeit“ so und ähnlich geht es fort, wenn das „Oechslein“ um sich stösst. Und wenn es neckisch neben dem Gegner einherspringt, dann heisst es: Sire Robert, n'oublie pas tes fleutes (p. 270); so leb denn wohl, nichts hast du gelehrt noch bewiesen. Oder: seht wie er wickelt, aber er entwickelt nichts, sondern er verwickelt sich selber (plicat, non explicat, sed sese implicat). Oder: alle Stellen, die er citirt, verdirbt er offenbar oder ahnt doch nicht den Sinn seines Gewährsmannes: an den Buchstaben hält er sich, aber er kennt nicht den Geist (mentem).“ — Dann wieder spricht

---

1) Er führt Altorf mit Nürnberg als Beispiel an p. 515. — Andere lassen ihn erst am 27. September sterben.

2) Zwei Streitschriften richtete er gegen Franz Piccolomini.

Taurel seine Verwunderung aus, wenn es in Italien noch Inquisitoren der häretischen Arglist gebe (si qui sint in Italia haereticae pravitatis inquisitores), wie sie so grosse Gotteslästerungen (blasphemias) haben dulden (tolerari) können (p. 323) [1]). Man hätte sie doch auf solche Gottlosigkeiten aufmerksam machen müssen (p. 25). Freilich fänden sich ja auch in unserem Deutschland genug, die an solchen Dingen grosse Freude hätten. Gar süss klingt die Zauberei (magia): aber die Folgen sind höchst trübselig (exitus est tristissimus p. 323). — Bei Taurel, dem viel Beleumdeten, viel Verfolgten, der immer für die Wahrheit gelebt und seinem Gewissen gehorsamt hat, speit fast jede Seite Geifer und Galle. Den Gegner macht er bald zu einem Ketzer, bald zu einem Wahnsinnigen (num apud se est?). Persönlich und immer wieder persönlich wird jede philosophische Frage ausgefochten. Philosophisch ist sein Werk von 1069 Seiten niemals unverständlich noch ungeniessbar [2]), wie man vorzugeben pflegt: es ist klar, kurz und bündig im Styl, und von durchsichtiger Ordnung. Aber ungeniessbar und oft widerlich wird es durch seine Schimpferei. Und ist, mit Taurel verglichen, Caesalpin klein durch sein unablässiges jurare in verba magistri, so ist der Italiener gross gegenüber dem Deutschen, durch die feine, man möchte sagen, klassische Ruhe und Objectivität, mit der er sich über die Personen seines Jahrhunderts hinwegsetzt und nur die Sache reden lässt. . .

Es werden zwischen den beiden viel interessante Fragen verhandelt, auf welche bis heute wohl noch nicht die letzte Antwort gegeben ist. Warum und inwiefern der Menschen Seelen unsterblich, der Thiere Seelen aber sterblich sind (L. II qu. 8)? Was der letzte Grund ist für Ebbe und Fluth (L. III qu. 5)? Ob und warum die Sonne an Wärme verlieren muss (L. III qu. 8)? Ob es in der Entwicklung der Thiere auch einen Rückschritt [3]) oder nur einen unendlichen Fortschritt giebt (L. IV qu. 6)? Wel-

1) cf. p. 25: De quibus Christianae fidei procuratores, quos hereticae vocant pravitatis inquisitores, fuerant admonendi.

2) Ungeniessbar ist Taurel's Buch nur für die, welche nicht im Stande sind, ohne Register — das fehlt hier — ein Buch zu „lesen"; unverständlich für die, welche nicht im Stande sind, Aristoteles zu verstehen.

3) Si fieri debeat ev equo canis, quaeritur, an necesse sit, non modo equum, sed etiam animal corrumpi. — In omni generatione manere aliquid incorruptum, ne progressus fiat in infinitum, p. 16.

chen Antheil hat das weibliche Element bei der Erzeugung (L. V. qu. 2)? Woher das Hirn oft das verwirft, was das Herz doch gut heisst (L. V. qu. 3 p. 860)? Was ist der Sitz des Gefühls (L. V. qu. 5)? Der Sitz der Seele (L. V. qu. 6)? Woher kommen uns die Traumbilder (L. V. qu. 8)? Bei solchen Fragen gerathen sich die beiden oft wild in die Haare. Dass die Erde sich um die Sonne bewegen soll, diese Behauptung [1]) bringt den Taurel in Wuth. Lehrt uns doch nicht nur unsere Sinneswahrnehmung, dass die Erde ruht, sondern das lässt sich auch beweisen mit den allerfestesten Gründen (firmissimis rationibus). Und dennoch wagt Caesalpin das Gegentheil zu behaupten. Taurel führt alle diese Gründe vor und fährt dann fort: Welchem entschlossenen und nachdenkenden Freunde der Wahrheit müssen solche-Lügen (talia commenta) nicht die Galle reizen (p. 35 sq.). Der Mömpelgarter hat keine Ahnung von des Thorners Entdeckungen [2]). Der Römer aber weiss den Copernicus (1473—1543) zu würdigen.

Weit empörter natürlich zeigt sich der Freund der christlichen Philosophie über Caesalpin's Pantheïsmus. Ein Gott, wie der Caesalpinische, der weder eine endliche noch eine unendliche Kraft besitzt (L. II. qu. 3), der nur speculative, aber keine aktive Intelligenz ist (qu. 4), der nichts weiter thut, als sich selber anzuschauen, und der in seinem Ruhen nur dadurch der Beweger wird, dass er alles zur Sehnsucht nach dem höchsten Gute [3]) treibt; der sich zu allen Dingen verhält wie die Substanz zum Accidenz und in den zuletzt alle Seelen als in ihre ursprüngliche Einheit zurückfliessen; der, ohne selber vorsehungsvoll zu walten, der Natur es überlässt, nach ihm sich zu sehnen und dadurch zu leiden und um ihn im Kreise herumgedreht zu werden: solch' einen Gott (Deus Caesalpinianus) nennt Taurel ein jämmerlich Ding, das keine Kraft, ja nicht einmal Existenz habe (p. 6). Solch ein Lastträger (bajulator) und Herumdreher (rotator) (p. 129) mag ja allenfalls bei den Peripatetikern für einen Gott gelten. Denn die Peripatetiker nähmen nicht die geringste Rücksicht auf unsere

1) Kopernicus hatte vor Caesalpin in Rom als Professor gelehrt.

2) L. II quaest. 5: de coeli circulatione.

3) Musca (Fliege) primum motorem appetit parvo appetitu: canis majore: balena (Wallfisch) valde magno: mare maximo. Primus tamen motor nec substantiam habet nec quantitatem nec potentiam, quae cum muscae vel canis appetitu possit conferri (p. 193).

Religion, aus Angst für Theologen angesehen zu werden (p. 157). Aber ich bin ein Christ. und darum kann ich nicht anders als der Heiden Götter verspotten (p. 223). Kommt man uns da mit der lästerlichen Verwirrung, dass jede Substanz, etwa Steine, Metalle und Leichname ausgenommen, nichts anderes sei als ein Stück von der Gottheit, die an dieser oder jener Materie Antheil hat (L. II. qu. 1), so ist das eines Christenmenschen unwürdig und sogar eines Philosophen (p. 155). Soll doch ein echter Philosoph obenan stellen die Sorge um die Lehren unserer christlichen Religion (p. 25)[1]. Denn schon das dritte Lateranensische Concil unter Leo X. bestimmt im Jahre 1513, in der sess. 8, dass jeder Lehrer der Christenheit die Philosophie mit dem Christenthum in Einklang zu setzen und nur wahre und christliche Philosophie (veram et christianam philosophiam) vorzutragen hat (p. 27). Ob aber Caesalpin ein Christ war, möchte ich bezweifeln (nescio an Christianus fuerit Caesalpinus p. 25). Jedenfalls giebt es in allen heidnischen Schriften keine grössere Gottlosigkeit, als dass man, wie Caesalpin thut, alle göttliche Vorsehung aufhebt (omnem tollit Dei providentiam) und Gott in so viel Stücke zerreisst, als es Substanzen in der Welt giebt (p. 25)[2]. Caesalpin's Lehre von der Materie ist eine fortwährende Gotteslästerung (in nostrum Deum blasphemia p. 26). Und wurde schon des Averroïs Meinung im Lateranensischen Concil verdammt[3], wie viel verkehrter und gottloser ist Caesalpin's Meinung von der Menschen Seelen, und nun erst die von der Weltseele (universalis anima p. 25). So betrügt der italienische Sophist seine Schüler, statt sie zu belehren. Statt den Aristoteles in Uebereinstimmung mit unserer Religion zu erklären (nostrae religioni convenienter explicare p. 30) oder offen einzugestehen, dass Aristoteles geirrt hat (p. 69), was die Peripatetiker freilich für eine reine Unmöglich-

---

1) rerum ad nostram Christianam religionem spectantium prima debet esse cura.

2) Selbst Carl Fuchs, der begeistertste Lobredner Caesalpins, rügt (1798, Marburg, p. 24) dessen placita plus nimio noxia atque infesta.

3) Diese wiederholte Anklage eines italienischen Katholiken durch einen deutschen Lutheraner bei der römischen Inquisition erinnert lebhaft an die Anklage des spanischen Freidenkers Michael Servet durch den reformirten Guillaume de Trie bei dem Inquisitionsgericht von Vienne: nur dass letztere einen blutigen Erfolg hatte; erstere gar keinen.

keit (pro impossibili) erachten, gebehrdet er sich, z. B. wo er von der Zeugung der Menschen aus Sonne und Staub redet, als hätte ihm die Gottheit neue Dinge offenbart (revelavit). Und doch war er kein Zauberer (magus). Noch weniger aber lebte er so fromm, dass Gott aus besonderer Gnade ihm gerade mitgetheilt hätte, was allen unsern Altvordern unbekannt blieb (p. 800)? Ja ist er wirklich ein Christ gewesen [1]), so muss er wenigstens schwer gesündigt haben (peccasse graviter). Denn die Fehler der alten Philosophen hat er nicht nur nicht corrigirt, wie er es doch schuldig war zu thun: er hat sie schlimmer gemacht und das, was die Alten Wahres sagten, falsch ausgelegt und verdreht. Aristoteles berichtet manches Schöne von der Gottheit. Wie kann aus den edlen und schönen Vordersätzen des Aristoteles der Italiener schliessen, dass Gott die menschlichen Dinge nicht verstehe noch sich um sie kümmere (Deum res humanas nec intelligere nec curare p. 29)? So verleugnet er die christliche Wahrheit und stürzt zugleich die ganze Philosophie des Aristoteles zu Boden (ut totam Aristotelis philosophiam funditus everteret p. 142). Warum in aller Welt gesteht Caesalpin nicht zu, wo auch er von Aristoteles abweicht? Warum hüllt er sich immer wieder in den grossen Namen, als sei er es, der keinen Finger breit (ne latum quidem unguem) von Aristoteles sich entferne und füllt doch seine fünf Bücher mit neuen, theils höchst schädlichen (valde noxiis), theils geradezu gottlosen (etiam impiis) Meinungen an (p. 25)? Wäre es nicht besser gewesen, lieber den Aristoteles als den christlichen Glauben aufzugeben (p. 26)? Auch die Philosophie bringt er durch solches Gebahren in Misscredit. Indem er die analytischen Dinge zu logischen, die logischen zu sophistischen umstempelt, den Unterschied zwischen Substanz und Accidenz grauenhaft verwischt, hat er mit neuen Dogmen frech diese edelste Kunst besudelt (nobilissimam scientiam ausu plane temerario conspurcavit p. 31) und durch seinen sophistischen Betrug (sophistica fraus) der Jugend das Lernen sehr erschwert (p. 32). Hat Aristoteles Wahres gelehrt, so ist darum doch nicht alles ganz wahr, was er gesagt hat. Und man sollte betreffs einiger seiner Dogmen (de aliquot ejus dogmatibus) nicht zweifeln, dass sie, um der geoffenbarten Wahrheit willen, dringend einer Emendation bedürfen (p. 24). Auch

1) Er behandelt ihn immer wie einen Todten.

ist Aristoteles selber niemals so von sich eingenommen noch so arrogant gewesen, dass er in den Dingen für sich Glauben beansprucht hätte, die er ohne alle Gründe behauptet (p. 23).

Wir müssen hier ein weitverbreitetes Vorurtheil berichtigen. Hat man doch den Gegensatz zwischen Taurel und Caesalpin dahin gefasst, Taurel habe den Aristoteles zu beseitigen gesucht, Caesalpin ihn aufrecht erhalten und wiederhergestellt[1]). Ich gestehe offen, sagt Taurel gleich in der Widmung an den Herzog Friedrich von Würtemberg, dass ich diese Studien gerade der Philosophie und Wahrheit der Alten verdanke (veteri hos ego philosophiae et veritat idebeo conatus). Denn ich habe eine ganz wunderbare Freude an der aristotelischen Weise zu philosophiren (utpote qui Aristotelica philosophandi ratione mirum in modum oblectemur p. 24). Und glaube ich des Aristoteles Meinung, Gott sei Dank! so zu verstehen, dass ich keines peripatetischen Doktors Beistand benöthigt bin (ut doctore peripatetico egeam nullo p. 150). Auch schätze ich den Einen Aristoteles höher, als die ganze edle Schaar seiner Ausleger (p. 24)[2]). Da ich nun in der Hochachtung für den Aristoteles ganz mit Caesalpin übereinstimme (eadem nostra sententia), so sollten wir uns doch auch desto besser (melius) verständigen können (p. 33). Es thut mir nur immer leid zu sehen, wie Caesalpin die Stellen des Aristoteles verdreht (depravat), indem er immer nur die Worte des Aristoteles im Auge hat und nicht ihren Sinn (mentem p. 15). Es ist ein Streit zweier Aristoteliker, ein Streit innerhalb der Schule. Aber die Unbefangenheit, die Kritik, die Grammatik und die Logik stehen meist auf des Mömpelgarters Seite. Vom lateinischen Aristoteles steigt er zum griechischen auf: vom hergebrachten griechischen Text zu den besseren Lesarten, die oft nur durch Conjektur zu gewinnen sind, vom losgerissenen Dictum zum geschichtlichen Zusammenhang, vom zufälligen Ausdruck zum Sinn und Geist des Systems. Caesalpin hingegen deutet den Aristoteles um, weil er blind an ihn glaubt, und schmiegt ihn den modernen Entdeckungen an. Taurel erörtert unbefangen den Sinn jeder Stelle und stimmt ihm dann entweder ganz oder theilweise zu.

---

1) Vgl. z. B. Gass: Gesch. d. protestant. Dogmatik, I, 183 fgd.

2) An tu nescis, me unum Aristotelem pluris facere, quam tot tantorumque ejus interpretum nobilem catervam.

Andernfalls erklärt er muthig: so lautet des Aristoteles Meinung, aber Unsinn ist es darum doch.

Zeigt sich Taurel philosophisch durch seine Unbefangenheit dem Italiener überlegen, so steht es physiologisch umgekehrt, weil Taurel's physiologia medica, auf die er hier öfter Bezug nimmt (p. 880, 976 al.) noch, ohne es zu wollen, fast überall in den Fesseln der Autorität daher geht.

Auf den physiologischen Gegensatz zwischen Caesalpin und Taurel hat man bisher noch nie geachtet. Und doch springt er in die Augen. Scharf und mit harten Worten[1]) weist Taurel die Neuerungen Caesalpins zurück, ohne doch jedes Mal sich die Musse zu nehmen, sie von neuem am eigenen Experiment zu prüfen. Tief beklagt und beissend verspottet er „die Narrheit", dass das Herz zuerst leben und zuletzt sterben solle (p. 853). Ueberall bestreitet er als eine pure Unmöglichkeit, dass das Herz, und nicht die Leber das Princip des venösen Blutes sei[2]), die Leber, welche doch so augenscheinlich einen grossen Theil des Blutes in die Schenkel und in die Füsse abwärts führe (p. 857 sq. u. s. o.). Er kann es kaum begreifen, wie der luchsäugige (lynceus) Aristoteles und sein scharfsinniger italienischer Nachbeter es nur bis zu Einer Art Blut gebracht habe (unum idemque alimentum esse), und nicht einsieht, dass es zwei Arten Blut giebt, das Venenblut, welches zur Mehrung (auctioni), und das Arterienblut, welches zur Ernährung bestimmt ist (nutritioni destinatum p. 868 sq.)[3]). Wie könne Blut von dem so entlegenen Herzen bis in die Füsse gelangen (p. 881)?! Und was solle man nun erst sagen zu Caesalpin's Hypothese (forte), dass vielleicht das vollkommen gekochte (perfecte coctus) Blut aus dem Herzen (e corde) wieder (direkt!!) in die Hohlvene (in venam cavam) zurückgeführt werde (regeritur)? Aus nicht zu verachtenden Gründen (rationes non contemnendas) meint er das nicht glauben zu dürfen. Denn 1. der unablässige Zug der aus der Leber aufwärts strömenden Venen ist so gross, dass die Hohlvene niemals

---

1) Magna temeritas est et impudens audacia oder putidissimum mendacium oder absurdissima sunt oder monstrosum dogma.

2) Dass die Leber principium venarum sei, hat er übrigens aufgegeben: melius hae cum corde quam cum hepate connecti possunt (p. 875. cf. 878 seq.)

3) Bekanntlich bringt Aristoteles und nach ihm Caesalpin diesen Unterschied an andern Stellen oft genug vor (selbst Taurel p. 880 al.).

Platz frei hat: vielmehr wird sie durch jene Blutbewegung von der Leber her aufwärts (assiduus sanguinis motus e jecore sursum versus) so dauernd ausgefüllt mit Blut, dass das einmal in das Herz aufgenommene Blut (receptus) gehindert wird in die Hohlvene zurückzuwirbeln (regurgitet). 2. Die Stellung der Klappen (valvularum positus), mit welchen die Hohlvene verschlossen ist, verbietet es, denn sie sind so geartet, dass das Blut zwar in das Herz hineinfliessen, nicht aber wieder hinausfliessen kann (non refluere). 3. Hindert es den fortwährenden Strom des arteriellen Blutes. Denn da die Arterie gross ist und sehr viele Verzweigungen in die Theile sendet, so wird das meiste von dem arteriösen Blut fortwährend verbraucht (assidue absumitur). Daher wird auch fortwährend das Blut nachgezogen (etiam assidue attrahatur), welches aus der Hohlvene in die rechte Herzkammer, von dort zuerst in die Lunge (in pulmones quidem primum), von der Lunge aber in die linke Herzkammer (inde vero in sinistrum sinum) und in die Arterien fliesst. Auch ist das Blut, welches in der Hohlvene oder in der Leber und in den anderen Venen enthalten ist, dick, weil es im Herzen noch nicht vollkommen gekocht ist; während das durch die Lunge und das Herz gegangene Blut heisser ist, insofern von allen Theilen der heisseste das Herz ist (cor inter omnia viscera est calidissimum p. 875)[1]).

Man sieht, dass Taurel von der wirklichen Rückkehr des Blutes nicht die leiseste Ahnung hat, dass er aber als Caesalpin's Ansicht[2]) einen Wirbel oder Strudel annimmt, vermöge dessen — während des Schlafs — das Blut in die Hohlvene, durch die es in's Herz hineinfliesst, gleichzeitig auch wieder zurückströmt. Also denkt Taurel sich Caesalpin's Anschauung ganz ähnlich wie die Galen's, dass in jeder Vene ein Hauptstrom Blut nach der einen Richtung geht, und daneben nach entgegengesetzter Richtung etwas Luft; in jeder Arterie ein Hauptstrom Luft nach der

1) Semper enim sanguis ex corde versus extrema arteriarum orificia movetur: neque unquam moto contrario versus cor movetur . . . . Non ut in ipsas arterias aliunde regurgitet. — Qui discrimen inter venarum et arteriarum sanguinem noverunt, facite intellegent, quam absurda haec sit venosi sanguinis cum arterioso confusio (p. 893).

2) Er nennt dessen circulatio per extremorum osculorum conjunctionem eine commentitia et imposibilis (p. 893).

einen Richtung dringt und daneben nach entgegengesetzter Richtung auch etwas Blut. Nur das jetzt nach Caesalpin beide entgegengesetzte Ströme, die aneinander innerhalb derselben Vene vorbeiwirbeln, Blut wären, nämlich Venenblut und etwas Arterienblut. Diese Art Blutkreislauf hält Taurel für Caesalpinianisch. Und dass er diesen Wirbel-Kreislauf abwies, war ein Zeichen gesunden Taktes. — Den Lungenkreislauf aber nahm Taurel an [1]), ohne hier zu sagen, warum? noch woher? Er nahm ihn an als eine Hypothese, mit der er sich in Gegensatz wusste zur Auffassung Galen's. Andern wollte er es überlassen zu beurtheilen, wer Recht habe? Liessen sich doch für beide Hypothesen gute Gründe beibringen. — Wer so spricht, dem ist der Lungenkreislauf nicht, wie dem Servet, eine in Jahrzehnte langen Beobachtungen mühsam errungene, aber nun auch unverrückbare wissenschaftliche Ueberzeugung. Er hat es irgendwo aufgelesen und es gefiel ihm. Aber zur Entscheidung drang er nicht durch.

Wie übrigens Taurel hier in Sachen des Lungenkreislaufs dem Galen offen entgegentritt, so zeigt er sich auch sonst in anatomischen und physiologischen Dingen bisweilen unbefangen gegenüber den Autoritäten [2]). Er citirt den Franzosen Fernel, um ihm eine technische Bezeichnung [3]) zu entlehnen (p. 859), citirt den Italiener Aranzio, dessen grossen Fleiss und Geschicklichkeit [4]) in den Foetusstudien er bewundert (p. 822) und den Italiener (Realdus) Columbus, den er als erfahrenen Anatomen und sehr grosse medicinische Autorität dem Caesalpin weit vorzieht, um ihm in betreff der Rückwirkung einer starken Verletzung des Gehirns oder des Rückenmarks auf die Muskeln des Thorax und so aut das Athmen beizustimmen [5]) (p. 1065); ein Lob [5]), das, meines

1) cf. p. 882: dexter cordis ventriculus in eum finem videtur esse conditus, ut ex hoc pulmones sanguinem reciperent, quem sinistro cordis ventriculo praepararent. Anders freilich sehe es Galen an. An vero melius, aliorum esto judicium. Utraque tamen potest (!) vera esse causa.

2) ex animo laetor, si quid ex aliis possim discere (p. 166).

3) valvulae venae cavae statt ostia.

4) rationibus evidentissimis et firmissimis Arantii, singulari industria et solertia viri.

5) Malim hac in re peritos sequi anatomicos, quam Caesalpinum. Audi Columbum, cujus inter praecipuos rei anatomicae cultores merito magna est auctoritas.

Wissens, bisher allen Freunden des Columbus entgangen ist. Er citirt seinen deutschen Lehrer Schegk, um dessen Auffassung einer aristotelischen Stelle beizupflichten (p. 879) und verwirft den Deutschen Theophrastus Paracelsus von Hohenheim als einen unflätigen (spurcus) und gottlosen Betrüger (impius impostor p. 793). Vom Galen sagt er, er wäre gegen Aristoteles oft gar zu nachsichtig gewesen (p. 866). Taurel liebt es nicht, den höchst scharfsinnigen Beobachter der Natur (acutissimus operum naturae contemplator p. 867) einen Lügner schelten zu lassen. Er räth dem Caesalpin, in anatomisch-physiologischen Dingen hätte er klüger gethan, dem Tractus Galenicus statt dem des Aristoteles zu folgen (p. 878). Er billigt in vielen Stücken die Anatomie und Physiologie Galen's (Ep. dedic.; p. 207. 666. 807. 828. 880. 1064 al.), insbesondere auch darin, dass die Leber das Princip des venösen Blutes sei (p. 876). Doch tritt er auch mehrfach Galen entgegen (p. 890. 901 sq. 1068)[1]: er rügt Galen's unrichtige Beschreibung der Natur der Nerven (p. 865). Er erklärt sich, wie wir oben sahen, gegen Galen für den Lungenkreislauf. Betreffs der Ansicht, dass des Herzens ununterbrochene Bewegung das Mehrblut (auctivum) aus den Venen lockt, die ihm auch Galen zu vertreten scheint, sagt Taurel: „Und wenn dies alle Weisen aller Zeiten behaupteten, so würde ich es dennoch nicht glauben (p. 893)[2]. Am häufigsten tritt er dem Aristoteles entgegen, aber nie aus blinder Oppositionslust[3] (Pr. 30). Blieb er sich doch stets bewusst, dass auch er selbst irren könne und auch in seinem Buche die berufenen Richter manches zu tadeln haben werden (Pr. 34).

Aber wie in aller Welt kam nur der mömpelgarter Polyhistor, Nürnberger Poet und altdorfer medicinische Professor dazu, sich

1) In der Synopsis a. 1596 z. B. sagt er p. 95: Male et impie Galenus Deum negat facere posse quidquid velit. Cautior hac in parte fuit Aristoteles.

2) Quod si omnes omnium aetatum sapientes asseruissent, non crederem tamen.

3) modo ne animo accedas oppugnandi (Praef. 24). Auch im zweiten Theil seiner Methaphysik, der Theologia philosophica.

4) Es liegen mir von Nicol. Taurel zwei in Nürnberg erschienene lateinische Gedichtsammlungen vor: Emblemata Physico-Ethica 1595, ein Stammbuch mit Bildern, und Carmina funebria 1592, eine Erinnerung an tübinger, baseler, nürnberger Freunde und Gönner. Diese Art Bücher waren an der Mode.

zum Kampfobjekt gerade einen pisaner Peripatetiker zu wählen? Hatte er das Bedürfniss seine Fecht- und Disputirkunst in Sachen des Aristoteles öffentlich kund zu thun, warum wählt er sich dann nicht einen andern? Wusste man doch die Welt damals voll von Aristotelikern; während nur zwei Männer es bisher gewagt, dem Aristoteles wissenschaftlich gegenüber zu treten, Michael Servet in Basel 1531 und Petrus Ramus in Paris 1543. Nun Taurel erzählt es uns selbst.

Italien war das einzige Land, dessen junger Adel, statt an Jagd und Trinkgelagen (loco venationis et compotationum) aus nobler Passion an Philosophie seine Freude fand (Taurel, Praef. der Emblemata). Voll von Interesse nun für Bücher aus fremden Landen (rerum curiosus externarum) hatte Taurel vor Jahren einmal das Buch gelesen, welches „uns" der Italiener Caesalpin über die Alpen geschickt hatte (ad nos transmiserat), die Quaestiones peripateticae. Bewundernd den Scharfsinn des italienischen Geistes (miratus equidem Italae mentis acumen), fing ich an, sagt er[1]), bei der Lektüre das grösste Wohlgefallen zu empfinden (delectari plurimum). Das bewog mich die in Denkträgheit dahinlebende deutsche Jugend[2]), unter der nichts so verachtet und gemieden war (nescio quid despectius. Praef. Emblemat.) als die Philosophie, durch die Caesalpinischen Paradoxien ein wenig aufzurütteln (paulo tardiora et obtusiora ingenia suscitarentur). Die italienischen Dogmen fassten aber unter der deutschen Jugend (germana juventus) weit schneller Wurzel, als es sich Taurel gedacht. War's durch Taurel's Studenten, welche auch auf andere Hochschulen zogen und als Beamte sich in die verschiedensten Städte zerstreuten?[3]) Kurz es drang die neue philosophische Weise in alle Winkel Deutschlands[4]). Das

1) Alpes Caesae, Lectori benevolo. Pr. 21 sq.

2) In der Praef. der Emblemata 1595 klagt er, von wissenschaftlichen Büchern würden in Deutschland nur die theologischen und juristischen gekauft. Bei den philosophischen machten die Buchhändler schlechte Geschäfte.

3) In Taurel's Bilder-Stammbuch von 1595, das er Emblemata Physicoethica nennt, finden sich unter seinen studiosis neben zahlreichen Nürnbergern und andern Süddeutschen auch Schlesier, Preussen, Polen, Holsteiner, Hessen, Pommern, Holländer, Märker.

4) Inique tandem tuli, ex Italia superatis Alpibus aliam philosophandi rationem in omnes Germaniae angulos irrepsisse (Ep. dedic.).

Gift (venena) griff um sich. Taurel beklagte die deutsche Einfalt, die nur zu schnell uns in den Dienst der Ausländer zu stellen pflegt [1]). Aber er tröstete sich mit dem Ausspruch des Italieners Gratarolus: Mundus vult decipi, habeat sic. Dadurch aber griff die Autorität des Italieners so um sich, dass die Caesalpinianischen Dogmen bei den Unseren höher im Preise standen, als einst bei den Griechen des Apollo Orakelsprüche [2]). Dennoch zögerte Taurel noch immer, der Autorität jenes Mannes entgegenzutreten (terrebat me istius hominis auctoritas). Endlich aber entschloss er sich zu dem patriotischen und heiligen Werk, unter der Jugend Deutschlands den grossen Verlust der wahren Philosophie zu verhindern (magna verae philosophicae jactura). Sah er doch ein, dass wie so oft durch die natürliche Magie der Satan (diabolus) nur zu viele überwältigt hat, so auch hier die lockenden Sirenen Italiens das Ohr des deutschen Jünglings durch ihre Schmeicheleien berückten (p. 22 sq.). Ueberdies gleiche der zarte Geist unserer Jugend (tenella nostrae mens jeventutis) der Wolle, die gar leicht jegliche Farbe annimmt, aber nicht leicht wieder rein gewaschen wird (non eluitur facile Pr. 23). So galt es denn, gegen die feinersonnenen, geistreich aufgeputzten, haufenweis zusammengestellten Irrlehren zu Felde zu ziehen (falsa dogmata cumulate congesta, subtiliter inventa et fucata ingeniose). Taurel verhehlte sich nicht, wie Caesalpin's Name bei allen so hoch stehe, dass auch noch das Falsche so angesehen werde als sei es des Lobes würdig, sofern es doch geistreich erfunden sei [3]). Auch den Studenten gegenüber hatte Taurels Unternehmen grosse Schwierigkeiten. Denn unsere Jugend, sagt er, merkt es nicht, wie gefährlich es ist, gedankenlos den Autoritäten nachzusprechen und auf des Meisters Worte zu schwören. Und doch liegt uns darin der Ursprung der Uebel (malorum nobis origo Pr. 23). Nicht der

1) Nostram ego deplorans nimiam simplicitatem, quae nos exterarum gentium mancipia faceret (Pr. 21).

2) Et eo quidem usu res accrevit: ut haec Caesalpiniana dogmata majore apud nostros fuerint in pretio, quam olim apud Graecos Apollinis oracula (Pr. 21).

3) Magnum hisce quidem ausis apud omnes sibi nomen comparavit Caesalpinus, ut laudem mereri putantur etiam quae falsa sunt, modo sit, quod ingeniosam prae se ferat inventionem (Pr. 22).

Jugend Schuld freilich ist das, sofern sie glaubt, was man sie lehrt. Aber die Schuld der Lehrer ist es (praeceptorum culpa), welche nicht der Autoritäten Würde erwägen sollten, sondern das Gewicht der Gründe. Wo es sich um Gründe handelt, sollte jede Autorität schweigen: ausgezeichnet furchtsam müssen doch die sein, die vor leeren Schatten erschrecken (P. 24)[1]. Da er nun aber einmal sich entschlossen habe, die ungeheuerlichen und stolzen Dogmen des Italieners durchzuschütteln und auszuschütten (Itali monstrosa et superba dogmata discussa et excussa), so werde er von dem einmal begonnenen Unternehmen auch nicht wieder abstehen (non destiturus), wenn Gott Gnade giebt, so lang er lebe (dum vivam. Ep. dedic.).

Man merkt, trotz seiner Spitzen, Ecken und Kanten hat Taurel hohe Achtung vor seinem „geistreichen und gelehrten" Widersacher.

„So lästig und ärgerlich mir auch diese Dinge beim Caesalpin sind, so fand ich bei ihm doch auch manches, was mir nicht zur geringen Freude (me non levi voluptate affecerunt) gereichte[2]). Ausserordentlich erfreute mich (plurimum oblectavit) zunächst die grosse Fülle und Reichhaltigkeit (copia et affluentia) fein und geistreich erfundener Dinge (subtiliter et ingeniose inventarum) und die wunderbare Kunst und Geschicklichkeit (mira arte et calliditate), mit der er alles zu verwerthen weiss. Bewundernswerth (admiranda) ist die Findigkeit (solertia) und der Scharfsinn dieses Geistes von so umfassender Bildung (mentis varie excultae acumen p. 32). Durch seine seltene Leichtigkeit, sich gedanklich auf den schwierigsten Gebieten zurechtzufinden, ist Caesalpin wie geschaffen, der menschlichen Gesellschaft hohen Nutzen zu bringen. Kommt bei so angelegten Naturen ein gleicher Sinn für Wahrheit und Frömmigkeit hinzu (par veritatis et pietatis studium), dann darf man Grosses von ihnen erwarten. Nun aber kann man nicht leugnen, dass

1) Cum de rationibus agitur silere omnis debet auctoritas. Insigniter oportet esse meticulosum, quem inanes territant umbrae.

2) Schon p. 22 sagt er: Me magna rerum discutiendarum oblectabat varietas: inventa ingeniosa: brevisque et philosophicis idonea disputationibus oratio.

3) Qua sua singulari facilitate poterat prodesse plurimum. — res magnas et humanae societati utilissimas praestare possunt.

Anklänge von aufrichtiger Wahrheitsliebe und auch christlicher Frömmigkeit in den peripatetischen Quaestionen Caesalpin's zu finden sind (ad Christianam pietatem accedit). Um so trauriger ist es freilich, dass der Italiener diese reiche Begabung in den Dienst trügerischer Sophistik stellt (ad sophisticas fraudes Pr. 32). Vielleicht ist des guten Mannes Unvorsichtigkeit (crassa viri boni imprudentia) so gross, dass er selbst nicht weiss, was er thut. Denn eine zu grosse Fruchtbarkeit von Scharfsinn und Fülle der Empfindungen (rerum inventarum ubertas) erzeugt oft Geistesverwirrung (saepe confusionem parit), indem das Urtheil über die Menge des Gedankenstoffes nicht Herr werden kann (non adhibito tantae copiae convenienti judicio). Durch zu schnelle Herausgabe seiner mannichfachen Werke erzeugte er in dem Schein der Wahrheit den Selbstbetrug[1]). Verzeihen wir es ihm (veniam, me quidem judice, meretur). Gab er dadurch doch unserer Jugend willkommenen Anlass sich im philosophischen Disputiren zu üben, uns aber Anlass, diese sehr nutzenreiche Abhandlung zu veröffentlichen (Pr. 33).

„Aber noch etwas anderes hat uns in den Quaestionen Caesalpin's einzig gut (unice nobis placuit) gefallen: dass er nämlich, zur Vertheidigung seiner Behauptungen, den Aristoteles allein (solum) herangezogen hat[2]), mit Vernachlässigung seiner Ausleger. Man darf sich ja nicht beim D. Thomas (Aquinas), Averrhoes oder Alexander (Halesius) aufhalten, sondern muss zum Aristoteles selber aufsteigen und von ihm zu seinen Gründen (ad ejus rationes). So hat uns manches an Caesalpin gefallen (placuerunt), anderes missfallen (Pr. 33).

Daher könne er sich sehr wohl denken, dass einige ungestüm über den herfallen werden, der zuerst es gewagt habe, Caesalpin selbst anzugreifen (Caesalpino ipsi attentare p. 34 sq.). Ja sollten gegen seine „Gefällten Alpen" (Alpes caesae) die Alpen

1) Saepe veri species fraudem parit, quae Caesalpinum etiam decepisse videtur, quam plurimos ingenii sui foetus in lucem edere nimia properantem aviditate.

2) Taurel geht immer auf den griechischen Urtext des Aristoteles zurück, das Griechische seinem Werke einflechtend. Latina conversio Caesalpinum forte decepit (Pr. 25). — Errorem non observavit Caesalpinus qui etiam in graeco textu est (p. 35). — Ab Aristotelis sententia multum recedit Caesalpinus (Pr. 38).

unerwarteterweise wiederhergestellt (Alpes restauratae) und dem kleinen Stier (Taurellus) die Hörner abgestossen werden, und ein „Hörnerloser Stier“ [1]) wüthend ausbrechen: er fürchte sich nicht: festere und schärfere würden erwachsen (cornua duriora et acutiora): denn der in ihm noch wohnende Honig könne gegenüber der Unwürdigkeit der falschen Dogmen gar leicht sich in Galle verwandeln (P. 35). Er, Taurellus, handle nur aus Liebe zur Wahrheit (solo veritatis amore). Dess habe er ein gut Gewissen und frage nicht, wer etwas sagt, sondern was jeder sagt (P. 35)?

Ueber die Weitschweifigkeit (prolixitas) seines Werkes endlich tröstet er sich einmal mit der Hartnäckigkeit (pertinacia) dessen, den er widerlegen will. Und, fährt er fort, hat bisher unsere Jugend solches Wohlgefallen gefunden an den verwickelten Streitigkeiten der (scholastischen) Barbaren, sollte sie nicht grössere Freude finden an den Auseinandersetzungen der reineren (purioris) Philosophie? [2]) Und wer nicht das Ganze lesen wolle, der könne ja das aus der Summa (summa totius controversiae) sich aussuchen, was ihn gerade interessire (p. 37). Auch den Vorwurf, dass er ein verhasster Ramist sei, fürchte er nicht. Habe er sich doch niemals an des (Peter) Ramus Werken gefreut. Aber er würde es nicht übler nehmen, Ramist zu heissen, als Caesalpinianer. Habe doch Ramus seltener geirrt als Averroës oder Caesalpin. Auch sei des Ramus Schule täglich glücklicher in ihren Fortschritten und Erfolgen. Und man sollte sich gewöhnen, über Ramus billiger zu urtheilen (aequius judicare) [3]). Wo ich dem Aristoteles nicht beistimme, da geschieht es nicht, weil ich Ramist wäre — in der Praef. der Emblemata 1595 nennt er sich selbst Aristotelicae Philosophiae et Medicinae Galenicae professorem — sondern weil Aristoteles sich selber, weil er an manchen Stellen den Regeln der Logik und Analytik ins Ange-

1) Furens erumpat Taurus excornis, sagt er Pr. 35. — Beides sind Büchertitel, welche etwa Caesalpin's Vertheidiger wählen würden.

2) Die „Barbaren“ Petrus Lombardus, Thomas Aquin, Duns Scotus und die andern waren aber doch andere Kerle, als Taurel und Caesalpin. Jener Werke wird man lesen, so lange man Aristoteles liest; Taurel's und Caesalpin's Peripatetica hat seit Jahrhunderten schwerlich wieder Jemand durchgelesen. „Gute Leute, aber schlechte Musikanten!“

3) Ueber Pierre de la Ramée s. Charl. Waddington. Paris 1855.

sicht schlägt (Pr. 37 fgd.). Bist du ein Christ, so musst du gestehen, dass Aristoteles oft geirrt, da er vieles vorgebracht, was unserm Glauben und der christlichen Religion diametral (e diametro) entgegengesetzt ist (adversantur). Da er nun in diesen Dingen schändlich (turpiter) umhergetappt ist (hallucinatus est), sollte er nicht gleichermassen auch in andern Dingen geirrt haben können? Darum bleibt volle Denkfreiheit Taurel's Parole (Pr. 38).

Sieht man ab von dem krankhaften Zuge des 16. Jahrhunderts, von jener leidigen Consequenzmacherei und elenden Angeberei und Verdammungssucht, die gern Luther, Calvin und Servet zu Teufelskindern und Atheïsten machte, und die auch den Taurel wie den Caesalpin zu Atheïsten gemacht hat: so müssen wir eingestehen, es ist Taurel, dem deutschen Mediciner und Philosophen um die Wahrheit zu thun, zuerst und in der Mitte und zuletzt, stürmt er auch für sie oft blind daher, wie ein wüthender Stier. Caesalpin hingegen, dem weit grossartiger angelegten und begabten Polyhistor, dem berühmten peripatetischen Mediciner, ist es zuerst und in der Mitte und zuletzt um Aristoteles zu thun, weil es für ihn eben keinen anderen Inbegriff der philosophischen Wahrheit giebt, als Aristoteles [1]). Des Caesalpin trügerische Sophistik und jammervolle Inconsequenz [2]) wird in zahlreichen Stellen Taurel's in's helle Licht gebracht. An andern Stellen, wo beide differirten, ist die Wahrheit unbedingt auf des Italieners Seite. Aber das ist das Eigenthümliche der Mömpelgarter Streitschrift und gewiss eine ihrer besten Empfehlungen, dass man durch sie den Widersacher nicht verachten, sondern würdigen, ja nur höher schätzen lernt. Ohne Taurel hätten wir keine Ahnung davon gehabt, dass der Pisaner Peripatetiker darauf und daran war, in Deutschland Schule zu bilden.

Mögen daher die Alpes Caesae eine noch so kriegerische Miene machen, durch das Visir blickt doch immer der gutmüthige

---

1) Auch erhielt er, wie Steph. Mar. Fabrucci in der Nuova racolta T. VIII. Venez. p. 64, berichtet, also jedenfalls vor 1761, den Zunamen Redivivus Aristoteles.

2) Ita sibi constant, qui Galenum oppugnant philosophi (p. 880). Galen's System imponirte durch seine Consequenz. Zwischen ihm und Harvey giebt es keinen Mittelweg: Da heisst es aut . . . aut.

Schwabe [1]). Denn ich möchte durchaus nicht, sagt Taurel, dass dem Caesalpin etwas von dem ihm schuldigen Lobe entzogen werde. (Quo nomine Caesalpinianae laudi nihil velim esse detractum.) Denn er hat durch seine zahlreichen höchst feinsinnigen Erfindungen (quam plurimis subtilissime inventis) das geleistet (praestitit), was kaum sonst ein Anderer zu leisten im Stande war (quod vix ullius fuit alterius Pr. 34). Wir dürfen nicht vergessen, dass der Mömpelgarter selber seinen Tübinger, Baseler und Altorfer Studenten des Caesalpin's peripatetische Quaestionen empfahl und erst dann gegen den reicher begabten und selten erfolgreichen Rivalen auf den Kampfplatz trat, als seine eigenen Zuhörer aus des Italieners Augumenten sich gegen ihren deutschen Lehrer Waffen zu schmieden begannen. Taurel hat unseres Wissens nie, insbesondere nicht, wie Ceradini (p. 222) behauptet, in der Vorrede zu den Alpes Caesae, den Caesalpin als den Philosophus oder als den Papa philosophorum bezeichnet. Das ist, wo dieser Ausdruck in Büchern vorkommt, immer Aristoteles selbst. Auch bringt er uns über das Leben Caesalpin's keine Zeile. Er nennt nicht einmal den Ort, wo er gelebt habe, und behandelt 1597 den Gegner immer als einen todten Mann (fuisse, fuerit etc.). Aber er hat gegen den Italiener, den er so oft gründlich widerlegt, ein wohldurchdachtes Buch von 1069 Seiten geschrieben, das dem grossen Widersacher mehr in der Welt genützt hat, als alle seine Freunde zusammen [2]). Taurel spielt in der Geschichte derer, welche gegenüber der Theologie und gegenüber der Sceptik die natürliche Religion aufgebracht haben, eine grosse Rolle (s. Gass. l. s. c.). Er sollte auch in dem Leben Caesalpin's mehr sein, als eine mythische Figur oder ein Sammelpunkt für Sagen, für die man vergeblich nach einem Gewährsmann sucht.

---

1) Da ich Caesalpin und Taurel selber gelesen habe, so weiche ich ab mit meinem Urtheil von den Jacob Brucher (Historia Philosophiae), Reimannus (Historia Atheïsmi), Bayle (Dictionnaire hist.-crit.), Buddeus (de Atheïsmo), Jos. Carafa (de Gymnasio Romano) u. a. m.

2) z. B. die Lobgedichte seiner Schüler Chr. Paganelli und Anton Pellicinus vor de plantis. — Die, welche Taurel's Buch nie gesehen haben, wie Jos. Caraffa (Gymnas. Roman. 1751, I, 212) meinen, Nic. Taurel habe dem Ansehen C.'s sehr geschadet, da man ihn bei der Seltenheit seiner Werke gegen den Vorwurf des Atheïsmus nicht habe rechtfertigen können.

6) Ganz anders steht es mit der zweiten Streitschrift gegen den italienischen Peripatetiker.

Mir liegt die Schrift des Samuel Parker[1]) vor, Bischof von Oxford, „Gedanken über Gott und Gottes Vorsehung, gegen die Atheïsten und Epikuräer“ [2]), zu Oxford neben dem Sheldon-Theater und zu London bei Benj. Tooke 1704: Ein Streitwerk von 572 Quartseiten, hochgelehrt und voller Citate aus Thales, Anaximenes, Diogenes, Apolloniates u. s. w. [3]), dessen Schärfe sich gegen Epicur, Aristoteles, Lucian, gegen Cartesius, Baco von Verulam und Hobbes richtet, und das, weil es ganz dem wilden Streit-Geschmack des Jahrhunderts entsprach, und weil die erste Auflage fast ganz im Brand von London untergegangen, nunmehr in zweiter Auflage erschienen war, nachdem es dem streitbaren Archidiakon die Bischofswürde eingetragen hatte. Das Buch ist nicht ohne philosophisch-kritischen Werth, auch für einen Theologen nicht so unklar, wie es Nicht-Theologen haben machen wollen [4]). Seine Tendenz ist Verketzerung durch Consequenzmacherei. Insbesondere gehört auch S. Parker zu der Schule des bekannten Guillaume de Trie [5]), der ein Geschäft daraus machte, als orthodoxer Protestant Schriftsteller bei der römischen Inquisition zu denunciren, um damit zu beweisen, dass der orthodoxe Protestantismus doch viel vorsichtiger, frommer und eifriger sei als der Papst selbst. Während er aber oft den Hobbes und auch Verulamium nostratem durchhechelt (p. 284. 300), bewundert er Harvey's ausgezeichneten und scharfen Geist [6]).

Nachdem er die Wege der Vorsehung (quam incredibili et

1) Ob er ein Enkel des weitberühmten Gelehrten, Matthaeus Parker, Erzbischof von Canterbury († 17. 5. 1575), oder vielleicht ein Ahnherr des gleich berühmten unitarischen Predigers Theodor Parker war, ist mir unbekannt.

2) Cogitationes de Deo et providentia divina.

3) Disput. II, Sect. 1, p. 104 sq. wird Faustus Socin angegriffen, der quamquam stupendo ingenii acumine valeret, saepius non modo in falsa, sed et inepta dogmata gefallen sei, z. B. aus Haschen nach Neuem, Mangel an Kenntnissen.

4) Er zieht z. B. die Erkenntniss Gottes ab admirabili naturae usu et pulchritudine derjenigen ab optima traditionis fide weit vor: p. 105 sq., empfiehlt religionem naturalem.

5) S. Revue scientifique, 1880, 12. Juni, Nr. 50, p. 1186 sq.

6) praestans et acutum Harvei ingenium admiremur, p. 456.

prorsus divina arte) in dem Blutkreislauf durch den menschlichen Körper, wie er von der Geburt an durch das ganze Leben erhalten bleibt und ununterbrochen sich erneuert, richtig beschrieben hat[1]), beugt er sich vor Harvey, der dies unermessliche Geheimniss, welches seit Schaffung der Welt im Brunnen des Democrit lag, so klar dargestellt und bewiesen habe (ea perspicuitate demonstravit), dass ihm alles weichen und beipflichten musste. Zuerst zwar wären die bedeutendsten Geister Europa's (summa Europae ingenia) durch die Neuheit der Sache erschreckt, oder vielmehr durch die Herrlichkeit einer so bedeutenden Erfindung mit Neid erfüllt, in hellem Haufen (agmine facto) ihm entgegengetreten. Er hatte aber alle nur möglichen Wege ihnen vorher schon so versperrt, dass jeder Angreifer seine Feindschaft bereute. Ich erinnere nur an den schmählichen Rückzug des grossen Gassend († 1655), eines ebenso durch hohen Scharfsinn wie reiche Gelehrsamkeit bewundernswerthen Mannes, der nach einem leidenschaftlich-heftigen Angriff Harvey für unverwundbar erklärte. Jener sonst so siegesgewohnte Mann (vir alioqui semper victor) erlitt eine ebenso starke Niederlage bei seinem Angriff auf Harvey wie bei seiner Vertheidigung Epicur's. Ein anderer Theil Feinde griff nicht offen an, sondern bestritt, dass ein einzelner Mann jene Entdeckung auf einmal gemacht und vollendet habe (eam uno homine simul inventam et perfectam), oder suchte doch Theil zu gewinnen an der Ehre der Entdeckung durch allerlei Modificationen und Zurechtstellungen. Aber alle mussten zuletzt einsehen, dass ihre etwa wesentlichen Aenderungen nur Verschlechterungen waren. Auch der so scharfsichtige Lower († 1691) bei dem ganzen Reichthum seiner neuen Experimente, ein Mann von fast gleichem Geschick in der Behandlung, muss sich ganz mit Harvey's Ergebnissen begnügen, und den Punkt, den Harvey aufgeklärt wünschte, die Bestimmung des Masses und der Schnelligkeit des Blutes bei seinem Durchgang durch das Herz (quanta sit sanguinis per cor transeuntis mensura et velocitas) als eine vollkommnere Hypothese dahin gestellt sein lassen. Und auch

---

1) in circulo autem ubi incipendum sit minus certum videtur. Ego vero non a Chyli in sanguinem influxu, sed a corde incipiam. Neque (enim) nisi prius Corculum vitae fundamenta jecerit, quodvis suppeditatur alimentum etc., p. 455 sq.

Dr. Ent, der formgewandte Vertheidiger Harvey's, ist, bei all seinem Scharfsinn, über ein Hin- und Her-Disputiren nicht hinausgekommen.

In der Sect. 9/11 der Disputation V geht Parker dann näher, an der Hand Harvey's, auf die genaue Beschreibung der göttlich geordneten Zweckmässigkeit der Bewegung von Herz und Blut ein (mirabilis ista sanguinis circulatio per omne vitae spatium)[1], steht bewundernd still vor der providentiellen Einrichtung der Klappen; denn weit entfernt, dass im Körper etwas thatlos oder unnütz angetroffen werde, gebe es keinen allergeringsten Theil (tam ignobilis particula), welchem nicht der göttliche Künstler in sparsamster Berechnung (optimo compendio) mehreren Pflichten nachzukommen aufgetragen hätte. Denn selbst jene allerfeinsten Verästungen der kleinen Venen und Arterien, die man mit blossem Auge garnicht mehr sehen kann, sind keineswegs willkürlich oder zwecklos so hingestellt, sondern wiederum durchweg so überaus zweckmässig angelegt (eâ utilitatis ratione ubique disponuntur), dass das Herz selber zum Leben nicht nothwendiger erscheint (ut cor ipsum ad vitam non magis necessarium videatur p. 461).

Den Weg, wie das Blut zurückkehrt, kennt man wohl; aber welches ist die Kraft, die es zurücktreibt? Der Fürst der Kunst, Harvey[2], lässt das Blut aus den capillaren Venen in kleine Verästungen und von da in grössere fliessen, kraft der Gliederbewegung und des Muskeldrucks (motu membrorum et musculorum compressione). Für eine fortwährende Cirkulation ist dies Princip aber nicht stabil genug. Wie, wenn die Glieder ruhen? Andere stimmen für Anastomosen[3]. Jedoch Harvey erklärt,

---

1) Ganz mit Harvey übereinstimmend und aus Harvey schöpfend spricht auch Parker von den Geistern: . . . singulari nervorum copiâ qui spiritus suppeditent: cum enim (cor) musculus sit omnium robustissimus, atque perpetuâ agitatione occupetur, eximiâ spirituum ubertate opus habere necesse est, adeo ut impeditâ per ligaturam eorum viâ animal horrendis symptomatis et subitâ morte corripiatur p. 459. — materiam generandis spiritibus. — facultas spiritus generandi, quorum sola virtute vivitur, interiret. — in spirituum vigorem et puritatem, p. 461.

2) Artis princeps hiess sonst Galen, resp. Hippocrates. Jetzt tritt Harvey's Autorität an jener Stelle.

3) Denique si isto commeatu et facilis sanguini ab arteriis in venas

er habe Zeit und Mühe verloren, solche Oeffnungen der Venenenden für die Arterienanfänge aufzufinden (p. 461). Und ihm pflichtet der ebenso fleissige wie gelehrte Needham († 1671) bei, ein in der Medicin geradeso wie in den andern feinen Künsten wohl erfahrener Mann. Auch solle das Blut ja zugleich zur Ernährung der Glieder dienen und in die Substanz des Fleisches selber gelangen. Wieder Andere setzen deshalb voraus, ein Theil des Blutes ginge durch die Anastomosen, ein Theil aber durch die Substanz des Fleisches selbst. Das Problem ist noch ungelöst [1]). Dabei dürfe man doch nicht übersehen, wie vorsehungsvoll angelegt, regelnd und schützend die Venenklappen zum Rücklauf des Blutes mithelfen. Auch wie schnell das Blut laufe genau zu berechnen, war für Harvey nur ein Wunsch, den dann Lower († 1691) erfüllte [2]). Aus dem allen beweist Parker die Unmöglichkeit der Annahme eines blossen Ungefährs, einer Willkürlichkeit oder gleichgültigen Zufälligkeit. Ueberall entdecke man im Grössten wie im Kleinsten die providentia specialissima (Sect. XII) [3]).

Parker geht dann über auf die vorsehungsvollen Anlagen zur fortwährenden Reinigung des im Kreislauf sich bewegenden Blutes (p. 466), auf die so zweckmässig angelegten Stimm- und Athmungs-Organe, auf die Beobachtungen des Petrus Gassend [4]), des Malpighi, des Thom. Willis, des Faloppius, des Joh. Mayow († 1679), seines höchst geschickten, scharfsinnigen und gelehrten Collegen (p. 472); auf die Construktion des Gehirns (Sect. XVI), des Ner-

---

transeundi facultas detur, an quaeso solertiori artificii ratione comparari potuit, quam ut in tam innumerabili vasorum capillarium multitudine omnes omnibus tam accurate inserantur, ut eadem facilitate sanguis ab uno in alterum transeat qua in eodem tubulo feratur? Atque igitur vix quicquam in toto corpore magis conspicue summi Opificis Artem exhibere videtur quam ista anastomoseon multitudo, quâ tam provide sanguinis commeatus, sicubi forte intercludi contigerit, conservatur, p. 463.

1) Parker kommt hier zu keiner Entscheidung: er kennt Malpighi's Frosch nicht.

2) scil. qualibet hora totam illius molem cordis ventriculos trigesies pertransire (p. 464). Er widerspricht hier dem, was er oben über Lower sagte.

3) Quid enim providentiae solertiam apertius testatur, quam operandi varietas, ut rei usus postulaverit (p. 465)?

4) Er lobt ihn p. 30, 119, 441 u s., tadelt ihn aber auch p. 59, 134, 238 sq., 261.

venapparats (Sect. XVII), auf die Erzeugung der Thiere (Sect. XVIII) und ihren Instinkt (Sect. XIX).

Wenn ein Theologe, wie der Bischof Parker, sich vornimmt über die Fürsorge Gottes im Grossen und Kleinsten ein Buch zu schreiben und zu diesem Behuf alle Astronomen, wie Copernicus (p. 291), Tycho de Brahe (p. 136), Kepler (p. 128. 138), die Gesetze des Magnetismus und der Schwere, die Chemie und die Fascikel der Bacillen (bacillorum fascicula) im Wasser (p. 340); Galen's Anatomie (p. 449 sq. 481), dazu die besten physiologischen Systeme seiner Zeit studirt und aus der staunenswerthen Zweckmässigkeit der kleinsten Theile und Organe überall die providentia specialissima beweist, so hat ein solcher Theologe seitens der Naturforscher nicht verdient, dass man ihn verhöhnt oder geringschätzig behandelt. Und wenn ein Britte, der Baco und Hobbes so scharf tadelt und Harvey und Willis so hoch verehrt, etwas an Caesalpin auszusetzen hat, so darf die Wissenschaft solch einen von nationalem Vorurtheil sich freihaltenden Gelehrten nicht ohne weiteres abweisen, wo er, der Malpighi lobt, es für nöthig findet, Caesalpin zu tadeln [1]).

Und wesswegen tadelt er ihn denn? Nicht weil er dem Harvey in den Weg trete noch überhaupt wegen seiner Physiologie, sondern weil er dem blinden Heiden Aristoteles, der an keine providentia specialissima glaubt, nachbete, und so mit Aristoteles das Dasein eines lebendigen, persönlichen, von der Natur wesentlich unterschiedenen Gottes leugne. Zweierlei insbesondere giebt Parker Anstoss: Caesalpin's Vertheidigung des aristotelischen Satzes: dass die spekulative Intelligenz nicht auch aktiv sei (Quaest. per. II. 4) und die des andern, dass alles, was aus Samen hervorgehe, auch ohne Samen hervorgehen kann, nämlich durch das Zusammenwirken der Sonne und der feuchten Erde. Er erlustigt sich über einen Gott, der in alle Ewigkeit immer nur sich selbst bespiegelt und nie daran denkt, auch etwas thun zu wollen: während die ganze wirkliche Welt aus blödsinniger Nothwendigkeit (bruta necessitate) entsteht. Solch' ein verschmitzter Ita-

---

1) Teterrimi hujus foetoris omnium gravissime olere videtur Andreas Caesalpinus Aretinus p. 64, Disp. I, Lect. XXIV: An philosophorum ulli et quinam Athei fuerunt? — Selbst der überaus freisinnige Bayle pflichtet Parker bei.

liener (vafer hic Italus) brauche nur in der Vorrede zu erklären, was in seinem Buche etwa gegen die heilige Kirche Gottes oder gegen die Wahrheit verstosse oder mit ihr nicht übereinstimme, das solle ungesagt sein [1]). So gross sei in jenem Jahrhundert (isto seculo) des Aristoteles Autorität gewesen, dass nicht sicherer erachtet wurde des heiligen Vaters Approbation. Und doch sei Aristoteles aller Atheïsten Fürst [2]) und ein schlimmerer Religionsfeind als selbst Epicur. Das zeige sich besonders im zweiten Punkt, in der Erzeugung des Menschen und der anderen Thiere aus fauliger Materie (e putri materia) [3]). Diese Lehre von der generatio spontanea (Quaest. peripat. L. V. Quaest. I) zeige so offenbare Schwächen, dass nicht abzusehen sei, wie ein Mensch der nicht träumt, den Unterschied zwischen dem kleinen Thiergeschmeiss (animalcula quaedam) und den höher ausgerüsteten und stärkeren Thieren (majorum animalium) ausser Acht lassen kann. Warum sehen denn wir niemals Menschen aus Strassenkoth entstehen? Caesalpin antworte: Weil nur die Aequatorsonne diese Kraft habe, nicht die impotente Sonne unserer nordischen Strassen. Aber jetzt, wo die Aequatorialländer wieder entdeckt sind, warum meldet nirgend ein glaubhafter Reisender, er sei dabei gewesen, wie aus Strassenkoth die Sonne Menschen erzeugt habe? Weil heute, antwortet Caesalpin, die Sonne nicht mehr ihre jugendliche Manneskraft besitze, wie ehedem (calorem coelestem circa initia longe magis vegetum esse quam procedente tempore, quanto magis distat a principio p. 66) [4]).

---

1) Es war dies die bräuchliche Formel, eine Verbeugung vor dem Inquisitoriat, die sehr nützte, aber allerdings zur leeren Phrase zusammenzuschrumpfen drohte.

2) Atheorum omnium principem atque ipso Epicuro apertiorem religionis hostem (p. 65).

3) Mundo statim condito primum movens, motu Solis materiam putrefactam calefaciens, primos homines eduxit et extulit. Dazu bemerkte schon Taurellus: Alpes Caesae p. 806: Dispeream ni sit haereticus, qui ita sentiat. Absurda haec etiam est haeresis.

4) Taurel, Alpes caesae, p. 800, antwortete darauf schon, dann muss es ja damals unter dem Aequator furchtbar viel Menschen gegeben haben. At deserta illa sunt loca et inexculta. Warum sind auch nie welche von dort, z. B. des Handels wegen, zu uns herübergeschifft? So ganz könnte die Tradition doch wohl nicht verschwunden sein.

So blind-nothwendig entstehe die Welt und so zufällig-willkürlich das einzelne Geschöpf! In diesen Widerspruch verwickle sich Caesalpin nur, um auf beiden Seiten die bis in's Kleinste sich bethätigende göttliche Vorsehung auszuschliessen (p. 67).

Das ist alles, was Parker dem Caesalpin vorzuwerfen hat. Und von Caesalpin geht er dann sofort auf Philipp Mocenicus und Bernardin Telesius, und auf den, der alle drei an Gottlosigkeit übertroffen habe, auf Claudius Berigardus Molinensis über, der nicht, wie Caesalpin in einem oder dem andern Hauptstück seine gottlosen Dogmen zerstreut, sondern ein ganzes System der peripatetischen Gottlosigkeit vorgetragen und dafür von der heiligen römischen Inquisition Lob und Empfehlung geerntet habe [1]): denn, was Aristoteles schreibe sei schon an und für sich fromm und heilig (p. 68). Gegenüber dieser Lässigkeit und Verblendung der italienischen Inquisition stehe hoch da die strenge und weise Energie der Inquisition von Toulouse [2]), der einzigen Stadt Frankreichs wo es keine Ketzer gebe (una inter Galliae urbes Tolosa immunis haeretica labe), wie sich noch neuerdings gezeigt habe in den obrigkeitlichen Massnahmen gegen den atheïstischen Professor der Medicin, Lucilius Vanini, den Vf. des Lästerbuches von den Geheimnissen der Natur (cf. p. 77 sp. p. 83).

Parker ist ein Kind seines Jahrhunderts. Er eifert und verdammt. Er misst die intensive Frömmigkeit an der Energie des verdammenden Eifers [3]). Auch macht er dem Caesalpin bittere Vorwürfe aus der Vertheidigung von Lehren, welche die ganze fromme Scholastik des Mittelalters einmüthig vertheidigt hatte, jene Scholastik, die Parker immerfort im Munde führt [4]) und deren

1) Es ist der Trie-Taurel-Calvin'sche Hohn über die Heiligkeit und Vorsicht der römischen Censurbehörde.

2) Dass diese auch den Protestantismus mit Feuer und Schwert ausrottete, kommt für den übereifrigen englisch-protestantischen Bichof nicht in Betracht.

3) z. B. p. XXXI der Praefatio: Sit ergo unum nobis criterium, quo inter magnas Europae dissensiones de vera ecclesia, de fide catholica, de religione orthodoxa certo judicemus: ibi ea omnia inveniri, ubi boni hominum communis studium maxime et docetur et perficitur: tantumque omnes factiones veritati deesse, quantum aliâ quâcunque causâ hoc officium orbi commendare neglexerint.

4) nisi primum Scholasticorum Autoritati nimium tribuissem etc. p. IV.

blinder Anhänger er selbst gewesen sein will[1]), die er aber nicht kennt: jene Scholastik, die Caesalpin wohl kennt, aber nicht anführt, um die Ehre zu geniessen, überall direct aus Aristoteles schöpfen zu können. Dass Caesalpin unter den Modernen (recentiorum) der erste und letzte (primus et pene postremus) sein will, der den Aristoteles versteht, das macht ihm Parker zum Vorwurf, den Meister für schlimmer haltend, als alle seine Schüler. In der Medicin, Anatomie, Physiologie befehdet er ihn nicht, sondern ignorirt ihn. . . .

Wir sehen, beide berühmtesten Gegner Caesalpin's, 1597 Taurel und Samuel Parker 1704, finden des Pisaners hauptsächliche Stärke, seine, wie sie es auffassen, Gemeingefährlichkeit in seiner peripatetisch-sophistischen Philosophie. Und Caesalpin selber verweist in allen seinen Büchern, den ersten wie den letzten, auf seine peripatetischen Quaestionen als die Grundlage seines gesammten Denkens und Strebens[2]). Später[3]) pflegte man über den Philosophen von Arezzo die Achseln zu zucken und nur noch Caesalpin's Physiologie und Botanik zu beachten. Mit Unrecht, denn seine Signatur bleibt für alle Zeiten die eines, vielleicht des grössten, medicinischen Scholastikers. Das wird sich zeigen im zweiten Theil unserer Studien.

II) Unsere zweite Frage lautete: Ist Caesalpin's Charakter, insbesondere sein wissenschaftlicher Charakter und seine Eigenmethode durch Ceradini dem Publikum vorgeführt worden?

7) Einige Charakterzüge werden ja beigebracht. In der Schrift Daemonum investigatio peripatetica beklage er sich, gleich in der Vorrede zur ersten Ausgabe, über die Beller und Beisser (latrantes et mordentes), welche sich nicht scheuen, die Wunder zu leugnen und das für Fabeln auszugeben, was doch von den

1) p. V, VI, 64, 108, 110.

2) Auch wird die sog. Entdeckung des Blutkreislaufs durch Caesalpin nur allein aus den Quaest. peripat. „erwiesen" bei Jos. Carafa: De Gymnasio Romano 1751, Romae. T. I, p. 212 und II, 362; bei Carl Fuchs 1798, p. 21 sq. u. s.

3) Schon 1696 A. Teissier: Eloges des hommes savans (Leyden 1715, Bd. IV, p. 440), 1697 Bayle: Dict. histor. et critiq., 1751 Jos. Carafa: Gymnas. Roman., Romae II, 362, 1798 Carl Fuchs p. 8 und 1799 Hutchinson in seiner Biograph. med. T. I, p. 183 nennen Caesalpin's erstes und bei weitem wichtigstes Buch zuletzt.

ernstesten Schriftstellern in ihren Geschichten berichtet wird. Ihnen genüge, dass sie bei dem, was die natürliche Ordnung durchaus überschreitet (omnino ordinem naturalem excedentia), keine wahrscheinlichen Gründe sehen (nullas causas probabiles videntes): Desshalb habe er, Caesalpin, sich zuerst daran gemacht, die Gründe darzulegen, warum die Dämonen, welche Plato offen bekennt und Aristoteles nicht leugnet, mit den zugegebenen und offenbaren Grundsätzen der Dinge übereinstimmen (rationem invenire, qua Daemones principiis rerum confessis et manifestissimis consentiant: quod hactenus a nemine factum animadverto) [1]. Wenn nun aber Ceradini fortfährt, Caesalpin habe in diesem Werk die Ursachen der Besessenheit für rein natürliche Krankheiten (semplici malattie naturali) erklärt und sei deswegen des Atheïsmus angeklagt oder als Freigeist bewundert worden, so ist die Thatsache, wie wir gleich sehen werden, falsch und daher auch falsch die darauf gegründete Folgerung, wie ja auch Ceradini selber mehr als einmal Gelegenheit nimmt, hinzuweisen, dass Caesalpin in mancherlei Vorurtheilen befangen gewesen sei (p. 212 sq.).

Des Caesalpin peripatetische Methode nennt Ceradini „die sonderbare Gewohnheit, alle nicht leicht zu beantwortenden Fragen aus dem Gesichtspunkt der Aristotelischen Lehren zu studiren“ (p. 212). Richtiger wäre gewesen, von der unverrückbaren Ueberzeugung Caesalpin's zu reden, dass es überhaupt in der (ausserkirchlichen) Wahrheit nichts Festes gebe als Aristoteles, dass desshalb in all den Dingen, wo die Bibel dem Aristoteles nicht widerspricht, bei Aristoteles die volle und alleinige Wahrheit zu suchen sei.

Mit Recht weist Ceradini darauf hin, dass Caesalpin ein guter katholischer Christ sein wollte, und dass er als solcher verpflichtet war, auch an Hexerei und Besessenheit zu glauben (p. 213). Nur vergisst er wieder zu bemerken, dass diese Verpflichtung für Caesalpin keine blosse äussere Auflage (imposta) und Beschwerung war, sondern wieder nur das Festhalten an dem, was für hunderttausend seiner gelehrtesten Zeitgenossen unverrückbare Ueberzeugung und doch immerhin auch logisch möglich war.

Und wenn Caesalpin als päbstlicher Leibarzt beschwört, (p. 213 sq.) dass wegen der Gluth der göttlichen Geister, die da-

---

1) Bei Ceradini p. 211, wo hinter nemine noch ne steht.

rin wohnten, das Herz des heiligen Philippus Neri[1]) grösser und muskulöser war, als man sonst eines zu finden pflegt, und dass das Perikardium darum frei von Wasser war, weil die Gluth seiner göttlichen Betrachtungen es aufgezehrt hatte, so liegt hier wieder kein Meineid[2]) vor noch überhaupt eine blosse Akkommodation, sondern eine volle wissenschaftliche Ueberzeugung von der Möglichkeit einer derartigen Erklärung.

Ceradini kann sich nicht denken, dass wirklich von einem Archidiakon[3]), wie Parker, ein Mann als ein Atheïst hingestellt werden kann, der doch am Hofe des Pabstes Clemens VIII. als Arzt werth gehalten wurde (p. 223). Aber abgesehen davon, dass viele Päbste selber wenig Glauben hatten, auch sich oft jüdische Leibärzte hielten[4]), wenn diese nur etwas Tüchtiges in ihrem Beruf verstanden, so ging ja der Streit durch das ganze Mittelalter bis in das Jahrhundert Harvey's und weiter, wo bei dem Aristoteles der göttlich inspirirte Mann der Wissenschaft aufhöre, und der arme, blinde Heide, der Atheïst anfange? Und bei solchen Angriffen war es Caesalpin willkommen, sich geradezu hinter die Autorität seines hohen Gönners (sub tuo sancto patrocinio, sub tua protectione ab invidorum calumniis defendi)[5]) flüchten zu können.

Auch aus Caesalpin's letzter Schrift bringt Ceradini (p. 230) einen Beitrag zur Charakteristik seines Helden. Als Judäa unter die Gewalt der Türken fiel, hörte, nach Caesalpin, der alles heilende Balsam des Ostens auf, zu fliessen. Jetzt beginnt er von neuem exportirt zu werden aus einigen Provinzen von Egypten und Arabien, und eröffnet uns die Hoffnung, dass unser Glaube wieder aufersteht (nuncium sperandum resurgentis fidei), da man jetzt wieder anhöbe, das Evangelium zu predigen, indem die Portugiesen in jene Gegenden vordringen. Und jene Völker haben durchaus recht (jure optimo), dass sie für den unschätzbaren Gewinn des Glaubens, den sie von uns empfangen haben, uns die

---

1) Dessen Leichnam 25. Mai 1595 feierlich untersucht wurde, behufs seiner Heiligsprechung. S. Vigna: Animadversiones in Theophrastum. Pisis 1625.

2) Ceradini (p. 214) hält die Beschuldigung des falschen Zeugnisses (falsa testimonianza) aufrecht.

3) Die Ed. 1 wo Parker noch Archidiakon gewesen, habe ich nicht gesehen.

4) Ceradini vergleicht die Liebhaberei der Hofastrologen.

5) Widmung der Schrift de metallicis an Clemens VIII.

besten ihrem Lande eigenthümlichen Güter mittheilen[1]). Ceradini nennt das den ungesunden Schatten (l'ombra malsana che il Vaticano projettava, p. 230), den der Vatikan auf die Seiten Caesalpin's warf in einer Zeit, in welcher die Verfolgungen gegen die Ketzer und Ungläubigen, die Scheiterhaufen des heiligen Officium und die Missionen ad propagandam fidem gewissermassen keinen andern Zweck hatten (non altra mira) als Betrug und Raub (p. 230)[2]).

Fassen wir zusammen, was wir aus Ceradini über Caesalpin's Charakter erfahren haben, so ist es gerade nichts Gutes. Voller Vorurtheile und Sonderbarkeiten, unterwirft er sich den finstern Anschauungen seiner päbstlichen Umgebung bis zu einem Grade, der an Unredlichket und Meineid streift. Achten lernen wir den sittlich-religiösen Charakter seines Helden aus Ceradini nicht: seine Untersuchungen haben also auch in der Beziehung dem grossen Italiener nichts genützt. Auch hat Ceradini der eigenthümlichen Methode Caesalpin's wenig Aufmerksamkeit geschenkt[3]). Und doch ist gerade die Methode nicht nur für ihn höchst charakteristisch, sondern sie influirt auch auf seinen sittlichen Charakter.

8) Ganz wie bei den Scholastikern des Mittelalters, bei Petrus Lombardus, Thomas Aquin, Duns Scotus, Holcot u. v. a., löst sich bei Caesalpin das Denksystem in gelegentliche Fragen (Quaestiones) auf, die nach bestimmten allgemeinen Rubriken in Bücher zusammengestellt werden. Innerhalb der einzelnen Fragen wieder weiss man weder im Anfang noch in der Mitte noch am Schluss, wo der Autor hinaus will? Man erfährt es oft erst im letzten Satz. Alle wissenschaftliche Wahrheit ist ja nur Wahrscheinlichkeit. Daher tauchen bei jeder neuen Frage so viel Zweifel an der Richtigkeit des Vorhergehenden, manchmal alles Vorhergehenden auf, dass man jedes Mal in Furcht steht,

---

1) pro inestimabili thesauro fidei, quem a nostris acceperunt, bona terrae eorum propria nobis communicant (p. 230).

2) „Keinen" ist eine schaurige Uebertreibung, gegen die wir protestantischen Theologen im Namen der Geschichte protestiren. Es war ein gut Theil sancta simplicitas dabei.

3) Teissier: Les Eloges des hommes savans T. II, p. 439 sagt von Caesalpin: Il écrivait fort bien et enseignait fort mal. Worauf diese letztere Behauptung beruht, ist mir fremd geblieben.

nun werde das ganze System über den Haufen geworfen werden; und dann jedesmal überrascht ist, dass dennoch die alte Einheit bleibt und die Continuität der Bewegung. Dieses dialektische Hin- und Herüberlegen und muthige Anlocken aller nur denkbaren Zweifel, um sie siegreich zu widerlegen, giebt den Werken Caesalpin's, ja jeder Einzelfrage als einem in sich gewissermassen abgeschlossenen Ganzen einen seltenen Reiz und ein eigenthümliches Interesse. Um so mehr ist zu bedauern, dass man seitens der medicinischen Welt sich gewöhnt hat, Caesalpin nicht zu lesen, sondern zu durchfliegen und, an der Hand der Register[1]), zu excerpiren. Und doch kommt es auch in der Medicin nicht bloss auf einzelne losgerissene dicta bedeutender Männer an, sondern, wie wir bei den Harvey-Feiern und bei der römischen Caesalpin-Feier gesehen haben, auch darauf an, ob der gefeierte Held ein sittlicher Charakter war.

Ueberwältigt von der Autorität des Einen Mannes, der alle Weisheitssucher fast allein seit etwa 2000 Jahren beschäftigte[2]), erscheint Andr. Caesalpin als Aristoteliker. Alle seine Thesen, Zweifel und Ueberschriften sind aristotelisch oder sollen es doch sein.

In den Quaestiones Peripateticae, d. h. Beantwortung von Zweifelfragen aus Aristoteles, fragt er zunächst, wie man das verstehen soll, man müsse vom Allgmeinen immer zum Besonderen vorschreiten? Frage 7, inwiefern es ausser den beseelten Dingen und ihren Theilen keine Substanzen gebe[3])? Buch II schreitet folgendermassen vorwärts: Frage 1: die Gattungen der Substanz sind zu ordnen nach Abnahme und Zunahme; Frage 2: in den von der Materie getrennten Substanzen giebt es, sofern sie wirklich von ihr getrennt sind, keine Vielheit; Frage 3: der erste Beweger habe weder eine unendliche noch eine endliche Mann-

1) In den Registern (ea quae notatu digna visa sunt in toto volumine) findet sich überdies nichts von circulatio sanguinis, weder direkt noch beim sanguis noch beim cor noch beim septum, weder bei den arteriae noch bei den venae. Galen kommt im Register gar nicht vor, im Caesalpin selbst aber quaestiones medicar. 227mal, de medicamentor. facult. (49 Folien) 63mal.

2) Annis jam fere bis mille in unius Aristotelis doctrina intelligenda studium omne impenditur. Praefatio in Quaest. peripat.

3) Er streift an Spinoza. Bayle meint sogar: ses principes ne différaient guère de ceux de Spinoze.

kraft und Tüchtigkeit (virtutem); Frage 4: der erste Beweger sei eine spekulative, nicht eine aktive Intelligenz; Frage 5: der Kreislauf (circulationem) des Himmels[1]) sei ein Abbild jener Intelligenz; Frage 6: die erste göttliche Intelligenz ist einheitlich; Frage 7: die menschliche Intelligenz sei so vielfältig wie die Menge der Menschen; Frage 8: bei den Sterblichen können nur die Seelen nicht sterben; Frage 9: es sei ein Unglück alles sehen zu wollen (infoelicitatem esse omnia speculari). Im Buch III lautet die erste Frage: die Natur ist das Princip des Leidens, nicht des Handelns (naturam principium esse patiendi non agendi); Frage 4: die Planeten beschreiben keine Kreise, sondern Ellipsen[2]). Buch V, Frage 1: alles was aus Samen entsteht, kann auch ohne Samen entstehen[3]); Frage 3: das Herz ist nicht nur der Arterien, sondern auch der Venen und Nerven Princip — ein echt aristotelischer, mit Galen mühsam in Einklang zu stellender Satz; Frage 4: vermittelst der Athmung dringe kein Hauch von aussen in das Herz. Frage 5: bei der Athmung sei das bewegende Princip die Herzwärme; Frage 7: die Seele wohnt weder in den einzelnen Körpertheilen noch als Ganzes im Ganzen, sondern ganz im Herzen." Wer schon allein diese aristotelische Fragestellung im Gedächtniss behält, vor dem zerrinnen als Phantome viele modernen Bilder Caesalpin's als eines selbstständigen Wegesuchers, Autoritätenfeindes oder Experimentators.

Dieselbe aristotelische Methode nun findet sich in allen Schriften Caesalpin's. Bei dem äusserlich so losen Zusammenhang zwischen den einzelnen Gelegenheitsfragen desselben Buchs und zwischen den einzelnen Büchern bringt er physiologisch-anatomische Fragen in den philosophischen Bücher vor, gerade wie er auch in den nicht-philosophischen Werken philosophische Fragen erörtert[4]), ein Zeichen, dass ihm auf allen Gebieten die Wahrheit nur eine ist.

---

1) Ueber die Wechselbeziehungen zwischen dem Kreislauf im Makrokosmos und dem im Mikrokosmos s. Virchow's Archiv Bd. 97, 1884, S. 462 f.

2) U. a. kommt bei Caesalpin auch die These vor: die Milchstrasse sei gewissermassen eine Mondschmiere (circulus lacteus est veluti Lunae macula).

3) Quaecumque ex semine fiunt, eadem fieri posse sine semine: ein durch das ganze Mittelalter gehender Satz, der durch die Scholastiker vielfach zu Gunsten der jungfräulichen Geburt Christi verwerthet wird.

4) Ganz ähnlich Servet: Restitutio Christ. bringt er den Blutkreislauf;

In den Quaestionum medicar. L. II, Fr. 1 des Buches I fasst er den Begriff des Arztes identisch mit dem des Naturforschers. Seine These lautet: der Arzt habe es zu thun mit jedem Körper, der berührt werden könne: Als ob er zugleich dächte an den Handwerker, Bergmann, Schiffer, Schreiber; ein Zeichen, wie er immer das Grosse, Weite, Allgemeine dem Besonderen vorzuziehen geneigt ist. In demselben Buche klagt er, dass durch die Ueberfülle medicinischer Schriftsteller die edlen alten, von den gewichtigsten Schriftstellern überlieferten und durch so viele Jahrhunderte bewährten Dogmen verdunkelt werden, während es doch einem Arzt, in dessen Hand die Gesundheit der Menschen gelegt ist, nicht erlaubt sei (non licet), sich nach den Meinungen derjenigen zu richten, die von der Lehre der Alten abweichen. Neue und gute Heilmittel sind ja in unseren Zeiten gefunden worden: aber recht anwenden können sie nur die Kenner der Alten (Praefat. Quaest. medic.): ein Zeichen, dass er das Ganze und die Continuität im Auge hat und die Abwege und Neuerungen perhorrescirt.

Bei dieser demüthigen und vollen Anerkennung der Autorität der Alten ist aber doch — und das müssen wir zu seiner Ehre sagen — Caesalpin weit entfernt davon, blindlings auf die Worte seiner Meister zu schwören. Wer das will, braucht keine Sophistik, um zwischen Zweien Harmonie herzustellen. Denn dann sind eben nicht zwei: der Schüler ist eins mit dem Meister und ein Stück von ihm. Des Caesalpin Grundsatz, wie er ihn z. B. in der Schrift von den Heilkräften der Medicamente[1]) ausspricht, lautet vielmehr also: „Viele Dinge sind uns von den Alten überliefert worden, weil sie eine lange Erfahrung bestätigt hat (longâ experientiâ comprobata). Diesen muss man mit Recht (merito) Glauben schenken. Und doch (tamen) können sie täuschen (fallere possunt), falls nicht die Vernunft dasselbe räth (nisi ratio suadeat). Denn wenn man die Umstände und Bedingungen verkennt, unter welchen das Experiment vor sich geht sowohl seitens des Medikaments als auch seitens des Kranken, so ist auch nicht zu verwundern, dass bisweilen die

---

Brevissima Apologia pro Campegio die Lehre von den guten Werken und dem guten Glauben vor.

1) De medicamentorum facultatibus fol. 242a.

Sache nicht nach Wunsch vor sich geht (res non succedat ex voto fol. 242a). Diese Concession, dass es Fälle gebe, wo die Sache nicht nach Wunsch geht, setzt eigenes Denken voraus. Denn bei den blinden Nachbetern z. B. des Galen, wie Mundinus, Tagault und andere waren, ging eben alles nach Wunsch. Entsprach irgend eines Verbrechers Leichnam nicht den anatomischen Angaben Galen's, so war das Vorliegende ein Monstrum. Entsprach eine Reihe physiologischer oder pathologischer Vorgänge nicht den Angaben Galens, so änderte Winter von Andernach und seine Schule die recipirte Lesart Galen's. Auf diese Weise war immer Uebereinstimmung vorhanden. Caesalpin, der die Lesart stehen lässt und daneben die physiologische Thatsache stehen lässt, hat, gerade weil er selbst denkt, kein ander Mittel, die verlorene Uebereinstimmung herzustellen, als durch Unterschiebung, Hineinlegung, Deutelei.

Diese scholastisch-sophistische Hermeneutik, dies Deuteln und dialektische Herumdrehen immer des einen Aristoteles übte auf den sittlichen Charakter Caesalpin's einen schlimmen Einfluss aus, indem es ihm die bewusste und gewollte mannhafte Selbstständigkeit unmöglich machte, ihn in Zweideutigkeiten schulte, ihn zum Servilismus gewöhnte und ihm eine hohle Freude an geistreichen Zweifeln gab. Solcher Autoritätszwang schliesst in sich eine Degradation der persönlichen Wahrheit, eine Verleugnung der inneren Wahrhaftigkeit. Auch ist das Opfern des Intellekts ebenso unsittlich, wenn es darin besteht, dass man die bisherige Ueberzeugung, die im Geheimen noch immer Ueberzeugung bleibt, öffentlich, wie Caesalpin that, aufgiebt; als wenn es darin besteht, dass man, um eines Vortheils willen — z. B. um Ordensarzt zu werden — sich öffentlich für eine Wahrheit begeistert — z. B. Besessenheit bestimmter Nonnen — die einen kalt lassen würde, ohne den gehofften Gewinn. Caesalpin neigt persönlich, das merkt man mehr als einmal heraus, nach der freiheitlichen Seite, aber öffentlich tritt er auf die Seite des Grossherzogs, des Pabstes und der

1) Auch seine Vertheidiger steckt die Sophistik an, indem z. B. Steph. Mar. Fabbrucci schreibt (Nuova Raccolta. Venez. 1761, p. 64): cum se, tanquam simplicem expositorem, non tanquam assertorem facile ostendere potuerit et . . . tanquam homo Aristotelicus asserere visus est, non tanquam homo christianus.

Inquisition, weil dort der Gewinn lag und weil, durch seine scholastisch-sophistische Hermeneutik, ihm der Sinn für eine ganz unzweifelbare Wahrheit abhanden gekommen war...

Dagegen müssen wir an Caesalpin, mitten in dem Jahrhundert der Intrigue, der Verleumdung und des Begeifern's, rühmen, wie gelassen und ruhig, wie anständig und fein er sich zu seinen Widersachern stellt. „Ich habe es durchaus nicht für nöthig erachtet, sagt er in der Widmung seiner Schrift „von den Pflanzen", die Irrthümer der Andersdenkenden zu widerlegen. Denn, abgesehen davon, dass dies verdriesslich ist (morosum) und eines bescheidenen Mannes unwürdig (modesto homine indignum), so scheint es mir auch überflüssig, nachdem aus der Geschichte Beispiele zur Bestätigung aufgestellt sind, die Albernheiten (ineptias) der Widersprecher zu verfolgen. Diejenigen Meinungen indessen, für die nur ein Wahrscheinlichkeitsgrund spricht (probabilis ratio), brauchen nicht widerlegt zu werden, mögen sie auch noch so wahr scheinen, da sie eben keineswegęs nothwendig sind (nequaquam necessariae, Dedic.). So werfe ich mich in diesen weiten Schlund, von den Ehrenmännern, wo ich etwa schwanken sollte, Schutz (patrocinium) erhoffend. Denn, um den Studirenden zu nützen, habe ich die Gefahr verkleinert zu werden (periculum detrectantium) auf mich genommen (Dedic.)."

9) Das sind Charakterzüge, nicht ein Charakterbild. Da der Styl [1]) der Mensch ist und die Schrift Daemonum investigatio peripatetica [2]) in lossgerissenen Einzelsätzen zur Charakterisirung Caesalpin's am häufigsten herangezogen, selbst unter den Caesalpin-Verehrern aber wenig bekannt ist, so scheint uns hier der Ort, diese Schrift und dadurch Caesalpin's geschichtlichen Charakter zu skizziren.

Der Anlass der Schrift war ein doppelter, ein persönlicher und ein sachlicher. Persönlich wollte sich, wie wir oben sahen, der wenig bemittelte Caesalpin dem Petrus Jacobus von Bourbon, Erzbischof von Pisa, bei der Neubesetzung der Stelle eines medicus religionis und eines Ritter des St. Stephanordens empfehlen.

1) Von seinem Styl sagt er selbst: Eo autem stylo orationis haec persecutus sum, qui neque fastu turgeat neque abjectissimo dicendi genere vilescat (Praefat. Quaest. peripatet.). Uebrigens rühmt schon Carl Fuchs 1798 von ihm die venustas dictionis, und mit Recht.

2) Ad Petrum Jacobum Barbonium, Archiepiscopum Pisanum. II. ed. 1593.

Sachlich hatten einige „besessene" Pisaner Nonnen dem gedachten Erzbischof Anlass gegeben, eine Commission von Pisaner Theologen, Philosophen und Aerzten mit der wissenschaftlichen Beantwortung zu betrauen, ob eine derartige Besessenheit nur durch Seelsorge und Kirchenzucht, oder aber auch ärztlich, und wie dann zu behandeln sei?

Charakteristisch ist zunächst, dass Caesalpin, welcher zur Mitentscheidung berufen war, statt den vorliegenden Fall rein conkret und individuell zu behandeln, und bei jeder einzelnen Nonne festzustellen, wie weit Dünste (vapores ab utero ascendentes, quibus pleraeque virgines infestari solent) oder die schwarze Galle und die andern Säfte (atra bilis caeterique pravi humores modo mentem modo corpus laedentes, ut in Epilepticis convulsionibus et Melancholicis deliramentis contingit) mitwirkten, lässt er die Personen und ihre verschiedene Krankheitsgeschichte bei Seite, stellt keine individuelle Diagnose, sondern erhebt die Frage sofort zu einer akademischen, die nur peripatetisch gelöst werden könne, durch Versöhnung der aristotelischen Anschauungen mit dem Ausspruch des Hippocrates: „Wenn etwas Göttliches in den Krankheiten vorkommt, so ist es ärztliche Pflicht den Wegen der Vorsehung nachzuforschen"[1]). Heute würden sich nicht viele einen Mann zum Hausarzt wählen, dem mehr an der Uebereinstimmung zweier ärztlicher Autoritäten, als an der Heilung seiner Kranken liegt.

Ehe Caesalpin an die Lösung der Frage geht, wusste er, dass die Mehrzahl der Aerzte, fussend auf Galen's Auslegung jenes Hippocratischen Spruches, eine übernatürliche Ursache bei Bewirkung und Heilung von Krankheiten überhaupt in Abrede stellen. Wer das that, konnte ja nun nicht medicus religionis werden. Andererseits scheute sich Caesalpin, dem Galen ohne Beistand des Aristoteles zu widersprechen. Ihm galt es daher, was noch niemand versucht, den Grund zu finden (rationem invenire), wesswegen die Dämonen, die Plato so sehr deutlich zugesteht, Aristoteles aber aus der Natur der Dinge keineswegs ausschliesst, mit den bekanntesten und offenbarsten Principien übereinstimmen (Praefat.)?

---

1) Et si quid Divinum in morbis habetur, illius quoque ediscere providentiam (Hippocratis praeceptum in Prognosticis).

Die Situation war persönlich und dialektisch pikant genug, um eine gründliche Dissertation aus der Feder Caesalpin's zu verdienen. Und sie ist durchweg charakteristisch.

Er beginnt mit Galen. Dieser widerlege zwei Ansichten, die eine, dass die Krankheiten eine Strafe der Götter seien. Diese schreibe er den Theologen zu. Er aber, der sich zu keiner Religion hielt (utpote qui nulli religioni esset addictus), verspottet sie als irrationell. Die andere, als hingen die Krankheiten von den kritischen Tagen, diese aber, als geheimnissvolle, nur von den Göttern ab. Diese Ansicht widerlegt Galen daraus, dass Hippocrates schon die dies decretorii sehr wohl kenne. Demnach verstehe Hippokrates unter dem Göttlichen vielmehr den Zustand der umgebenden Luft (aeris ambientis), aus der die öffentlich grassirenden Krankheiten entspringen: denn der Zustand der Luft hänge ab von der Bewegung des Himmels, also von etwas Göttlichem."

Diese Auslegung der hippokratischen Stelle durch Galen widerlegt nun Caesalpin aus Galen selbst, und kommt zu der Ansicht, Galen sei nur darum in diese Absurditäten verfallen, weil er der Meinung huldigte, als sei in dieser unteren Welt nichts Unsterbliches noch Göttliches enthalten. Denn wenn schon im Menschen nichts Göttliches liege, wie viel weniger in den übrigen weniger edlen Substanzen (fol. 146a).

C. beginnt demnach seine Abhandlung damit zu untersuchen 1) ob im Menschen etwas Göttliches sei; 2) ob es auch ausserhalb des Menschen etwas Göttliches gebe in der elementaren Welt; 3) ob dadurch Krankheiten im Menschen entständen; 4) welches die Kunst sei sie zu erkennen und zu heilen (Cap. I).

„Dass im Menschen ein göttlicher Theil enthalten sei, der Geist, der für sich selber handelt unabhängig von der Handlung des Körpers [1]), hat Aristoteles bewiesen, und Plato und auch alle vorzüglicheren Philosophen zugegeben (folg. 146b). Dass aber vermöge seiner Theilnahme gewisse Handlungen dem Ganzen mitgetheilt werden, welche gestört werden, sobald das Temperament des Körpers verändert wird, entspricht der Vernunft. Galen konnte das nicht sehen, weil er das Wesen der Seele und die Principien des menschlichen Verständnisses nicht kannte. Aristoteles aber zeige betreffs der eingeborenen Wärme, welche die

1) Cui propria est operatio non communicans cum operatione corporis.

Mediciner als das Lebensprincip betrachten, wie an aller Kraft der Seele Theil nehme ein anderer Körper, der göttlicher ist als jene Elemente (corpus aliud divinius quam elementa), Wärme und Geist genannt, welcher im Verhältniss dem Element der Sterne entspreche [1]), der aber bald edler, bald unedler geartet ist, je nachdem die Seelen selber unter einander verschieden sind (fol. 146 b). Aristoteles bezeugt ferner, dass es auch in dem Weltall eine gewisse thierische Wärme (calorem animalem) giebt und dass gewissermassen alle Dinge voll Seele sind (fol. 147 a). Der Körper aber, der zuerst diese Gottheit (divinitatem) empfange, sei der Urstoff (materiam primam). Seiner Natur nach aber ist jener thierische Geist (spiritus animalis) ein äusserst feiner und sehr leicht beweglicher Körper, so dass er mit thierischer Kraft Bewegungen hervorbringen kann, wie Aristoteles zeigt. Es bringt aber die Vernunft so mit sich, dass er ganz besonders rein ist in der oberen Region nahe bei dem Monde, d. h. in der Sphäre des Feuers. Desshalb nehme Aristoteles auch in der Nähe des Mondes (prope Lunam) eine vierte Art thierischer Wesen an, nämlich die Feuer-Gattung (genus igneum). Denn was ätherischen Geistes sich erfreut, muss ja vorzüglicher erachtet werden, als was luftigen Geistes ist: und das Luftige ist wieder dem Wässrigen vorzuziehen, so dass an unterster Stelle die Pflanzen stehen, weil sie mehr in erdigem Geiste (spiritu terrestri) leben (fol. 147 b). Diese vierte Gattung thierischer Wesen wird für Dämonen gehalten: und sie gerade wollen wir jetzt erforschen. Denn bei uns (apud nos) trifft man kein thierisches Wesen, das vorzüglicher wäre als der Mensch (fol. 148 a. Cap. II).

Aber daran kann man zweifeln, ob wirklich alle Körper beseelt sind, da sie ja doch alle an dem Urstoff Theil nehmen. Ausgenommen, antwortet er, sind die Steine, die Metalle und die Leichen [3]). Auch ist zweifelhaft, ob die unsterblichen Intelligenzen Wärme nöthig haben: müssten sie dann doch auch körperlicher Speise bedürfen. Nur diejenigen, welche etwas Göttliches (divina pars) in sich fassen, wie z. B. die Menschen, behalten nach Er-

---

1) Dieses aristotelische proportione respondens elemento stellarum kehrt noch in Harvey's allerletzten Schrift immer und immer wieder.

2) Für das Nähere verweist C. auf seine Quaestiones peripateticae.

3) Servet war darin kühner und consequenter: Steine, Metalle, Verwesungsthiere bestehen ihm nur durch göttliche Kraft.

löschen der Wärme in ihrem Urstoff ewige Intelligenz (fol. 148 b)[1]. Je einfacher aber ein Körper ist und je freier von körperlichen Eigenschaften, wie z. B. der himmlische Stoff, desto schneller versteht sein Verstand. Nur im Menschen nähert sich der Geist jener Einfalt, wie in dem Urstoff[2]. Könnte man ihn aber loslösen vom Blut und den Gefässen, in denen er eingeschlossen wird (includitur), so würde er viel schneller verstehen[3]: denn um so weniger würden die körperlichen Thätigkeiten hindern[4]. Offenbar ist nicht nur im Menschen, sondern in der ganzen Natur (in tota natura) etwas Unsterbliches (immortale quid) enthalten, nämlich die göttliche Intelligenz (fol. 149 a. Cap. III).

Ewig ist das Gut, nach welchem das All verlangt und ewig ist das Verlangen, welches das All in Bewegung setzt. Allein auch das, was dem Begehrenswerthen entgegengesetzt ist, nämlich das Schändliche und Böse (turpe et malum) muss (oportet)[5] etwas ewiges in sich haben. Aber was das sei, ist schwer zu ersehen (fol. 149 a). Man muss also eine doppelte Art Kraftwirkung (virtus) annehmen, die um diese untere Welt sich zu schaffen macht (versari circa mundum inferiorem): die eine, welche vermöge der Gegenwart des Guten und Schönen die Erzeugung verursacht, die andere, welche wegen der Abwesenheit desselben den Dingen den Untergang bringt (fol. 149. Cap. IV).

Da nun aber alle Bewegungen der Seele entweder von ihr ausgehen und nach dem Körper tendiren oder von dem Körper nach der Seele, so werden die, welche von dem göttlichen Princip ausgehen, nach dem Körper hin, mit Recht göttlich (divinae) genannt werden; die hingegen, welche vom Körper ausgehen, natürliche (naturales): denn das Princip der stofflichen Bewegung ist die Natur. Dass aber Hippocrates mit seinem Ausspruch: „Wenn etwas Göttliches in den Krankheiten vorkommt", diese Art Affekte verstanden hat, welche in den Körper zurückfliessen (redundant) aus dem Theil, der in uns göttlich ist, nicht aber aus den natür-

1) Servet und Rothe sind hier wieder consequenter, insofern sie auch in den Teufeln noch einen Rest des göttlichen Bildes statuiren.

2) Ganz willkührlich!

3) Longe promptior esset ad intelligendum: eine für klösterliche Kasteiungen und daher für einen medicus religionis sehr vortheilhafte Auffassung.

4) Eine für einen Arzt merkwürdige, principielle Engelsmacherei.

5) Wieder sehr willkührlich.

lichen Ursachen, wie z. B. die Bewegung des Himmels oder die Beschaffenheit der umgebenden Luft oder dergleichen: das erhellt augenscheinlich aus dem, was er in dem Buch über die weibliche Natur schreibt. Denn sehr viel richtet das Ansehen der ehrwürdigen Alten aus (fol. 150 a)[1].

„Mit Recht aber könnte jemand zweifeln, wie von der göttlichen Seite her, die in uns ist, uns ein Uebel (malum) mitgetheilt werden könne?[2]). Indess wegen ihrer Unvollkommenheit kann die menschliche Seele nicht fortwährend des ewigen Gutes geniessen: so wird sie bisweilen schändlich, so oft sie nämlich des ewigen Gutes entbehrt: Gerade wie aus der Anwesenheit des Steuermann's Heil folgt für das Schiff, aus seiner Abwesenheit aber des Schiffes Untergang (f. 150 b. Cap, V).

Doch ein anderer Zweifel ist schwerer zu lösen: Was stofflos ist, kann zwar handeln, aber nicht leiden, da alles Leiden vom Stoffe kommt (omnis passio a materia). Nun aber hat das Göttliche, was in uns ist, wenn auch zu uns herabgekommen von dem allergöttlichsten Urquell (a divinissimo illo principio), eine mittlere Natur erhalten zwischen den sterblichen und unsterblichen Dingen, zwischen den ganz abstrakten und den stofflichen Substanzen (fol. 150 b). Je mehr die Seele durch körperliche Affekte getrieben wird, um so mehr führt der Verstand gewissermassen ein träges Leben, einem Schlafenden ähnlich, so dass das in ihm befindliche Licht sich verdüstert. Diese mittlere Natur nun nannten die Alten Dämon: denn alle Dämonennatur hält die Mitte zwischen den Sterblichen und den Göttern: insofern die Gottheit durch dieses Medium den Verkehr unterhält mit den Menschen beim Wachen wie beim Schlafen (fol. 151 a). Sollte es aber nun noch eine andere Gattung von Dämonen geben die vorzüglicher wäre, als der Mensch, so müssten diese beim Monde sich aufhalten und göttlichere Dämonen sein[3]). Und die einen werden gute und die andern böse, segenbringende und schadenbringende Dämonen sein (erunt. fol. 152 a). Freilich hält man leicht das für unmöglich, dessen Grund und Entstehungsweise man nicht sieht. Und so

---

1) Multum enim facit authoritas antiquissimorum virorum, ein Grundsatz, der den C. für das Amt eines medicus religionis sehr empfahl.

2) Eine theologisch sehr heikle Frage, die C. geschickt genug beantwortet.

3) Si vero detur, erunt: sehr vorsichtig!

giebt es auch heute viele, die das ableugnen, was man doch durch so viele Jahrhunderte erfahren und bezeugt hat[1]). Auch bezeugt schon Plato bei diesen und ähnlichen Dingen, dass, wie sie sich von Natur verhalten, man nicht leicht wissen, und daher, wenn man es weiss, auch andern nicht leicht mittheilen könne. Was Wunder[2]) daher, wenn um dieser Ursachen willen Aristoteles es unterlässt, diese Dinge abzuhandeln." — Das war ja für den Peripatetiker von Pisa eine fast unüberwindbare Schwierigkeit. — „Wir aber und alle übrigen Bekenner des christlichen Glaubens haben vor allen Gott dem Allmächtigen und Allgütigen Dank zu sagen, dass uns durch ein göttliches Loos gegeben ist zu wissen, was die auf ihre eigene Kraft sich verlassenden Philosophen gezögert haben auszulallen. Denn was niemals das menschliche Genie erreichen könnte, das ist uns geoffenbart in der heiligen Theologie[3]), und was darin weniger deutlich war, das ist uns erklärt worden durch die gelehrtesten und erleuchtetsten Doctoren der römischen Kirche. Die Wesen nun, welche von den andern Schriftstellern mit gemeinsamen Namen Dämonen genannt werden, die werden in der heiligen Theologie unterschieden: die, welche den guten Diensten vorstehen, heissen Engel, und die den Bösen, Teufel oder Dämonen (fol. 152 b). Ja es werden dort neun Engelsklassen und ebenso viele Teufelsklassen unterschieden[4]). Aber wir haben uns hier nicht vorgenommen, das darzuthun, was auf das allerklarste von den Theologen erläutert wird. Uns genügt, gezeigt zu haben, dass es auch mit den Principien der natürlichen Dinge sehr wohl zusammenstimme. Und so wollen wir denn unseren peripatetischen Weg weiter verfolgen (fol. 153 a. Cap. VI und VII).

Wir hatten uns also vorgenommen[5]), zu untersuchen, ob Krankheiten von diesen Substanzen herrühren? Bedenkt man, dass die Krankheit etwas Aussernatürliches ist, denn sie hindert die

---

1) Sed hodie multi negant, quae tot seculis comperta et confessa sunt. Solche alle konnten ja nicht medicus religionis werden.

2) Taurel, Synopsis Metaphysices 1596 p. 68 bleibt aber dabei: mirum Aristotelem nihil egisse de daemonibus.

3) Quae enim humanum ingenium attingere nunquam potuisset, revelata nobis sunt in Sacra Theologia.

4) C. hat seine Prüfung als medicus religionis wohl bestanden.

5) Nach beendigten Präliminarien kommt C. nun zur Sache.

natürlichen Funktionen und führt die Natur der Zerstörung zu: so ist klar, dass sie nur von dem andern Princip ihren Ursprung nehmen kann, nämlich von dem, was Schaden zu bringen trachtet (quod ad maleficium tendit). Denn mit dem ersten Princip, welches das Gute und Schöne heisst, hat es die Vollendung und Erhaltung jedes Dinges zu thun (fol. 153 a), Da nun aber Gesundheit und Krankheit zu denjenigen Dingen gehören, welche zunächst natürliche Ursachen haben: denn sie sind natürliche Affektionen: so scheinen sie von Dämonen nicht herrühren zu können ohne natürliche Medien (fol. 153 a). Nun aber giebt es (ponuntur) Dämonen d. h. gewisse Geister (spiritus quidam seu) oder luftige zur Bewegung äusserst geschickte Körper [1]). Denn im Schwange gehen noch (vigent) bei uns (apud nos) in den meisten Orten (in plerisque locis) solche, die unter Beobachtung gewisser abergläubiger Riten fast unglaublichen und höchst übernatürlichen Spuk treiben (maleficia dictu incredibilia et valde portentosa efficiunt), ganz besonders unter den Frauenzimmern und höchst gemeinen Mannsbildern (ex infima plebe viros): von denen viele, durch Gewalt der Vorsteher (Praesidum) ergriffen, in den Foltern und beim Gerichtsverhör nicht nur Schändlichkeiten (flagitia) eingestehen, sondern auch die Principien, durch die sie in den gotteslästerlichen Beruf eingeweiht worden sind (fol. 153 b. Cap. VIII).

Ich finde aber, dass aller Aberglaube zumeist es mit vier Arten zu thun hat: Gaukelei (praestigium), Hexerei (maleficium), Wahrsagerei (divinatio) und Besprechung (sanatio). Gaukelei ist eine Täuschung der Sinne. Man berichtet, dass in Deutschland [2]) Jünglinge plötzlich (ex improviso) ihre Zeugungsglieder verloren haben. Als sie das andern mittheilten, wurden sie darauf hingewiesen, dass sie behext seien. Sobald sie daher die Hexe ausgekundschaftet, welche zur Rache über die ihr angethane Schmach das vollbracht hatte, wurden ihnen nach Lösung des

---

1) Corporea aerea ad motum agilissima. Wir würden sie heute Bacillen nennen: in Caesalpin's und noch in Harvey's Zeit nannte man sie spiritus. Das Mikroskop fehlte.

2) Deutschland war das Eldorado allen Hexenspuks. S. Soldan: Gesch. d. Hexenprocesse. 2 Bde. Stuttg. 1880. — Auch Taurel Praef. Emblemat. weiss von gefeiter Schwerter Wunderkräften zu berichten: Sunt certae fidei barones et alii amici mei etc. etc.

Zaubers die Gliedmassen wiederhergestellt, die sie verloren zu haben wähnten (fol. 154 a. Cap. IX)[1]).

Der Hexereien aber giebt es gar viele Arten, sei es dass sie durch Zaubersprüche, sei es durch Knoten oder Bilder zugefügt werden (fol. 154 a). Denn die einen stören der Menschen Verstand. Die andern hindern die geschlechtlichen Akte; andere die Empfängniss; andere zerstören den Foetus selbst. Die meisten aber schädigen die Kinder und führen sie in's Verderben. Die Erwachsenen aber belästigen sie mit verschiedenen Arten von Krankheiten, Aussatz, Epilepsie, Wehmuth (dolores), Nerven-Ausdehnungen oder -Lähmungen, Atrophie, akuten Krankheiten. Andere wieder schaden dem Rindvieh, indem sie es bald tödten, bald die Milch verlieren, bald fehlgebähren lassen. Andere sind den Bäumen und den Früchten schädlich[2]). Andere endlich giebt es, welche die Luft verwirren durch Regen, Hagel, Stürme, Gewitter. Auch werden durch diese Kunst Körper durch die Lüfte getragen, so dass sie zu fliegen scheinen (p. 154 ab. Cap. X).

Nun folgen die gerichtlich attestirten Beispiele von behexten Menschen, Thieren, Feldfrüchten, Stürmen: Von einem achtjährigen Mädchen in Schweden[3]), das Regen und Hagel machen konnte und dessen Mutter dafür, auf Anklage des Vaters, als Hexe verbrannt wurde. Die Tochter aber wurde Nonne und war nie wieder im Stande, dergleichen Dinge zu thun (fol. 156 a)[4]). Auch Tell wird hier zum Hexenmeister: Solche schwarze Jäger, fährt C. nämlich fort, wurden in Deutschland bisweilen zur Zerstörung von Burgen benutzt. Besonders einer, dessen erste drei Schüsse an jedem Tage immer das schwierigste Ziel trafen. Auf Befehl eines Zwingvoigts (magnati) wurde dieser einmal gezwungen, seinen Pfeil auf ein kleines auf den Kopf seines eigenen Sohnes gelegtes Ziel zu richten (sagittam dirigere in parvum quoddam signum capiti proprii filii impositum), damit er es fortschiessen sollte ohne den Sohn zu verletzen: was er zur grössten Verwunderung der Zuschauer vollbrachte (fol. 156 a. Cap. XI).

---

1) Wirres Beispiel!

2) Wo das Mikroskop anfängt, hört die Hexerei auf.

3) Die Italiener nehmen ihre Beispiele aus Deutschland und Schweden; die Deutschen die ihren aus Portugal und Russland. In der nächsten Nähe wusste man zu genau, wie die „Atteste" zu Stande gekommen waren.

4) Und in Pisa hexten auch noch die Nonnen!

Die Wahrsagerei (divinatio) im weitesten Sinne des Wortes ist die Offenbarung des Verborgenen (occultorum manifestatio), sei es um verborgene Schätze (thesauros), sei es um bei Diebstählen oder sonst verlorene Dinge aufzufinden, sei es um vergangene oder zukünftige Dinge auszusagen. Hierher gehört auch die Geomantie, unter welchem Namen viel Thörichtes (vana) zum Vorschein kommt, Wahres nur bei denen, bei welchen der Dämon seine Hand im Spiele hat (quibus Daemon cooperatur fol. 156 b).

Was endlich die Besprechung betrifft, so huldigen einige der Ansicht, dass die durch Bezauberung angethanen Krankheiten nur durch Besprechung geheilt werden können. Andere können wohl Krankheiten anthun, aber nicht abthun. In Deutschland gab es einst eine wegen ihrer Entzauberungskunst höchst berühmte Frau, deren Haus nicht bloss von Einheimischen, sondern auch von Fremden aus weitester Ferne gestürmt und besser besucht wurde als die berühmtesten Tempel, so dass der Ortsgraf [1]) unglaublichen Gewinn daraus gezogen, indem er jedem, der die Frau besuchte, einen Denar Steuer auferlegte. Das schadete gar arg der Medicin nicht dadurch allein, dass man die Aerzte zurücksetzte, sondern weil bei der Gelegenheit, aus Neugier mehr als aus Sachkenntniss, viel Geheimmittel aus der Magie in die Medicin übernommen worden sind (fol. 157 a. Cap. XII).

Damit nun ja nicht immer wieder auf neue Weise die Wissenschaft der Medicin durch kraftlose Heilmittel besudelt und in Mitschuld gezogen werde und jemand sich einbilde, sobald er die Zaubersprüche und Ceremonien wisse, auch selber heilen zu können, gefällt es mir (placet) das auseinander zu setzen, was von jenen bei ihren öffentlichen Schuldbekenntnissen über ihre Principien und Künste geoffenbart worden ist (patefacta). Es hat sich nämlich herausgestellt, dass alle diese Künste und Aberglauben aus dem Verkehr der Dämonen mit den Menschen (ex commercio daemonum) hervorgegangen sind vermittelst eines abgeschlossenen Vertrages (pacto). Denn es giebt keine Art Beistand, der von dem Dämon nicht den ihm ergebenen Menschen geleistet würde [2]).

---

1) Comes quidam Castri Thelonei. Wo liegt das?

2) Nullum est autem obsequium, quod a Daemone hominibus sibi deditis non praestetur (p. 158b). Muss das aber nicht reizen zu Teufelsbündnissen?

In Italien trifft man davon einige wenige Beispiele (exempla rara, extant tamen nonnulla). Aber in Deutschland und in England sind sie sehr häufig (frequentissima) und nun erst (multo magis) in den nördlichen Inseln, wo die Heinzelmännchen hausen u. dgl. Daher auch binnen kurzer Zeit die beiden Inquisitoren Pabst Innocenz VIII. (1484—1492), der eine mehr als 400, der andere fast 500 Hexen in Deutschland verdammt hat (f. 157b, Cap. XIII)[1]). Ueberdies melden uns die eidlich beglaubigten Zeugnisse gar seltsame Dinge von den Hexen-Zusammenkünften, von der Erzeugung der Riesen[2]) durch Beischlaf des incubus mit einem menschlichen Weibe oder des succubus mit einem menschlichen Manne: denn in diesen zeigt sich am wirksamsten (viget maxime) die dämonische Kraft. Wie oft auch haben sinnbenommene Dichter (mente capti) durch einen göttlichen Anhauch (divino afflatu) herrliche Lieder gesungen! Wie oft die Korybanten mit gestörtem Geist getanzt! Wie oft die Bachantinnen Honig und Milch aus den Flüssen geschöpft, was sie bei gesunder Vernunft daraus nimmer doch schöpfen können (Cap. 159a. Cap. XIV).

„Nachdem wir das entwickelt haben, sind nun die Gründe zu beseitigen, durch welche man beweisen wollte, bald dass es keine Dämonen gebe, bald dass sie die fallsüchtigen (caduca) Werke nicht vollbringen können, wenigstens nicht ohne natürliche Medien (neque sine mediis naturalibus fol. 159a). Und doch ist es den Dämonen so leicht, sich verschiedener Körper zu bedienen, da ja ihre Substanz von jeder Körperlichkeit abgetrennt ist (cum eorum substantia ab omni corpore sit sejuncta, fol. 159b)[3]). Die Dämonen bedienen sich aber der Worte, Brennmale oder anderer abergläubischer Mittel nicht weil in diesen selber irgend eine Kraftwirkung (vim ullam agendi) liege, sondern nur wegen des mit den Menschen abgeschlossenen Vertrages (ob pactum cum hominibus contractum). Und dasselbe gilt von einigen Sternbeobachtungen und Zeichen der Zeit“ (fol. 160a. Cap. XVI).

Betreff der Hexenwerkzeuge aber muss man sich klar werden, ob derselben die Hexen sich nur als Zeichen oder aber als Kräfte

---

1) Der Perser Zoroaster soll nach der Ueberlieferung der Erfinder (inventor) dieses Teufelsbündnisses sein (fol. 158a).

2) Unde Heroes ab amore, qui Graece Heros (ἔρος) vocatur (fol. 158b).

3) C. verweist hier und fol. 161a wieder auf seine Quaestion. peripatet.

(agentibus) bedienten? Dass die meisten blosse Zeichen sind, ist offenbar. Denn dass die unter der Schwelle oder sonstwo versteckten Dinge an sich selber die Kraft besässen Hass einzuflössen oder Liebe oder Unfruchtbarkeit u. dgl., das zu behaupten, übersteigt jede Vernunft (egreditur omnem rationem). Denn wenn von Natur diesen Dingen jene Kräfte einwohnten, etwa wie dem Magnet die Kraft Eisen anzuziehen, wie dem Starrkrampf die Kraft, (Andern) Schrecken einzuflössen, so würden sie doch auch dann dasselbe wirken, wenn man keinen Aberglauben mit ihnen vornähme: und doch geschieht das nie. Aber viele Hexenmittel werden vom Dämon zusammengesetzt (a Daemone componuntur) und an verschiedenen Orten versteckt, ohne die Mauern oder andere Sachen irgendwie zu erschüttern. Damit beabsichtigen die Dämonen den Menschen zu plagen (fol. 161a). Was endlich die Wirkungen des bösen Blicks betrifft, so beruht das keinesweges (nequaquam) auf Einbildungen, sondern bald auf dem solchen Augen innewohnenden Zaubergift, bald auf Zauberkunst" (fol. 161b).

„Wenn also irgendwo mit dem Menschen zusammenwirkt göttliche Kraft oder der Dämon, so hängt das nicht von unserer Macht ab noch von der Natur: denn durch keine Vernunft, durch kein Studium, durch keine Zucht können wir das erlangen, sondern einzig und allein wenn wir gerufen werden und beistimmen dem angebotenen Bund (fol. 162a). Die dabei gemachten Zeichen leisten dem Dämon dieselben Dienste, wie dem Drucker die bleiernen Buchstaben oder dem Baumeister sein Bauriss. Wie fein sind schon die Quintessenzen unserer Apotheker. Aber die Dämonen sind im Stande, eine weit feinere Substanz sich auszuwählen (seligere), da sie sich des unsichtbaren Geistes bedienen (fol. 162b). Daher haben die Hexenwerkzeuge u. a. auch den Zweck die giftbringenden Geister entweder durch ihre Natur zu befördern oder doch zu verwahren. Insofern wohnt ihnen allerdings eine natürliche Kraftwirkung inne, welche durch die Kunst des Dämons hervorgerufen ist"[1] (fol. 162b, Cap. XVIII).

„Aber wie ist es nur möglich, dass die Dämonen einen Verkehr unterhalten können mit den Menschen? Vermöge der Liebe und der Intelligenz. Denn auch die Intelligenzien der himmlischen

1) Hoc autem pacto inerit illis virtus agendi naturalis Daemonis arte comparata.

Kreise bewegen die Kreise, sobald sich Liebe ihrer bemächtigt. Die Dämonen müssen aber einen praktischen und faktischen Intellekt haben, insofern sie sich um das bemühen, was veränderlich ist (fol. 162b). Daher werden sie Kenntniss haben sowohl von den Einzeldingen als von den Gattungen. Der Sinneswerkzeuge indessen bedürfen sie nicht, weil kein körperlicher Schatten sie hindert, ohne Werkzeuge die einzelnen Dinge durch und durch zu verstehen vermöge ihrer Einbildungskraft (fol. 163a). Können sie sich doch aus dem unsichtbaren Geist oder aus sichtbarem Körper ähnliche Werkzeuge bilden wie es ihnen beliebt" (ut libuerit, fol. 163b. Cap. XIX).

„Wie ist es aber möglich, dass die Dämonen mit lokaler Bewegung unermessliche Gewichte durch die Luft davontragen, so dass sie mit unglaublicher Schnelligkeit zu fliegen scheinen? Nach Aristoteles giebt es vier Arten von Bewegung: stossen, ziehen, fahren, wirbeln. Wirbeln können sie nicht, obwohl gerade diese Bewegung der Seele näher zu liegen scheint. Denn des Himmels Bewegung ist ein gewisser Wirbel und der Thiere Bewegung geschieht durch die Glieder, welche um die Gelenke einen Kreistheil beschreiben[1]). Allein die Körper, welche von den Dämonen auf und davon getragen werden, haben keine Gelenke, oder die welche haben, brauchen sie doch nicht (quae habent, non utuntur eis) noch bewegen sie sich im Kreise (fol. 163b). Hier giebt es ja Schwierigkeiten genug. Indessen der Körper, welcher sich hier zuerst darbietet als für jegliche Bewegung ausserordentlich und recht eigentlich bereit, die Luft, sie ist es ja gerade, nach der die Dämonen Luftgestalten (spiritus) oder Geister genannt und als luftige Körper angesehen werden. Ist doch die Luft an der geeigneten Stelle fähig, bald leicht bald wieder schwer zu sein, so dass sie ausserordentlich bequem ist, jede Art Bewegung hervorzubringen, wie wir das bei den Wurfgeschossen sehen. Wenn also bisweilen wir gewahren, dass durch der Winde und des Wirbels Gewalt die allerschwersten Dinge in die Höhe gehoben werden, warum sollte es dem Dämon nicht gestattet sein durch dieses Medium die Umstellungen der Körper zu bewirken? Da nun dem Willen des Dämon jede Art Körper gehorcht (cum voluntati daemonis obediet corpus quodcunque), ist es da wunderbar, dass

1) Hier erwartet man als Beispiel den Blutkreislauf; aber vergebens.

durch dies Princip fast unglaubliche Dinge geschehen?“ (fol. 164b. Cap. XX).

„Um nun aber solche Blendwerke und gauckelhafte Erscheinungen hervorzurufen, wie wir sie bei den Besessenen (obsessi) treffen, bedarf die Macht der Dämonen stets der natürlichen Mittel (Daemonum potestatem sine mediis naturalibus nihil efficere posse). Gemeinhin verstecken sich (latitant) die Dämonen in der Umgebung der Gelenke oder in den leeren Räumen unter der Haut. Um zu plagen streben sie nach den Nerven oder nach dem Hirn oder nach den empfindlichen Theilen, wie der Bauch u. dgl. (fol. 165a). Das Princip der Bewegung kommt vom Dämon, der über der Natur steht (principium est a Daemone, qui supra naturam est). Das trifft aber nicht die allerklügsten (accidunt haec non prudentissimis), deren Intelligenz ja mit Sorgen besetzt ist, sondern diejenigen, deren Intelligenz wüste und leer ist von allen Dingen (deserta et vacua omnibus) und die sich hin und her führen lässt durch jede Bewegung. Anders verhält es sich freilich mit der Entzückung“ (ecstasis, fol. 165b, Cap. XXI).

„Was nun dieser übernatürlichen Krankheiten Erkenntniss und Heilung betrifft, so sind beide unmöglich auf dem Wege der gewöhnlichen Medicin[1]); nicht aber auf dem der Magie. Ich habe selbst gesehen (vidi) wie durch denselben Geist (ab eodem spiritu) ein Bläschen (vesiculam) auf der Zunge hervorgerufen wurde und sofort (confestim) wieder verschwand, dann mehrere, bisweilen unzählige, den winzigsten Körnchen ähnlich, worauf man auch auf die Zahl der Dämonen schliessen will (Daemonum numerum arguunt, fol. 166a). Ich habe selbst gesehen in diesem Jahre (vidi hoc anno) zwei auf eigenthümliche Weise geplagte Jungfrauen: denn abwechselnd hörte man bald ein ungestümes heftiges Lachen, bald ein hypochondrisches Gebrüll (rugitus), je nachdem der Geist entweder das Zwerchfell und die Rippenmuskeln kitzelnd erschütterte oder aber zum Bauch sich wendend Blähungen hervorrief. Ein ganz gewisses und unabtrennbares Zeichen (signum inseparabile) von der Einwohnung des Dämonen ist das Zurückhalten vom Gottesdienst (impediri divinorum cultum). Die Besessenen nämlich bezeugen in ihren lichten Augenblicken, dass sie gern an den heiligen Riten der Kirche Theil nehmen möchten

1) Hier blickt wieder der medicus religionis durch die Wolken.

(velle) und aus den Heiligthümern Trost zu schöpfen begehrten (capere): aber in ihre Glieder wäre etwas hineingethan (quid insitum), was dem widerstrebte. In solchem Fall ist höchst nöthig die bestimmte Feststellung, ob etwas Göttliches (divinum) in der Krankheit stecke? Denn sonst kann der Arzt der Gefahr lächerlich gemacht zu werden (infamiae periculum) nicht entgehen, da ja doch Heilmittel nicht das geringste nützen würden" (cum remedia nihil prosint, fol. 166b. Cap. XXII).

Nun lehrt die Erfahrung, dass man bisweilen aus gegossenem Blei die Bezauberung erkennen kann, ebenso aber auch durch Vorhalten von Rosenkränzen. Ueberhaupt werden die Dämonen zum Verrath ihrer Zauberei und zur Lösung des Bann's getrieben entweder durch Magie oder aber durch Religion, die doch der Magie feindlich ist. Die Alten freilich nannten beides Magie. Andere wiederum rühmen als eine heilige Kunst, durch die sie im Stande seien die himmlischen Gewalten zu Hülfe zu rufen, jene Kabbala, vermöge deren Moses Umgang gepflogen haben soll mit Gott und viele Wunder gethan. Sie bemerken nicht, dass wir weder die Macht noch das Recht haben die himmlischen Gewalten in Bewegung zu setzen (movere divina numina, fol. 167ab). Auch geschieht im Bereich des Uebernatürlichen nichts ausserhalb der heiligen Theologie, was nicht für scheusslich zu halten wäre und von dem nicht ein jeder Ehrenmann sich fern halten müsste[1]). Darum ist auch in unseren Zeiten die vortreffliche Bestimmung getroffen worden (optime statutum), dass der Kranke erst (prius) sich auf die Sakramente stützen soll, ehe noch der Arzt die Hand anlegt: denn das dient nicht bloss zum Heil der Seele, sondern auch zur Lösung von jeglichem Zauberbann (sed etiam quodcunque maleficium solvere possunt, fol. 167b, Cap. XXIII)[2]).

Es liessen sich ja wohl eine Anzahl Mittel nennen, die nach Aussage älterer und neuerer Aerzte sich bewährt haben für die Heilung von der Hexerei. Indessen da die meisten mit abergläubischen Vornahmen verbunden sind, wie der Stand der Gestirne, das Vorsichhertragen, das Umhängen um den Hals, so muss man annehmen, dass ihre Kraft ihnen nicht von Natur eignet, sondern

---

1) Citra sacram Theologiam in rebus supra naturam nihil fit, quod non execrabile habeatur et ab unoquoque probo viro fugiendum.

2) Emfehlung für den medicus religionis.

durch den Dämon (ex daemone). Darum ist daran oft viel mehr Gerede als Erprobtheit. Denn so oft der Dämon dabei garnicht mitwirkt, sind sie auch nutzlos befunden worden[1]). Darum sollen der Hexen Werkzeuge mit Feuer verbrannt werden, damit sie nicht ferner Schaden thun. Zur rechten Zeit soll man ja wohl auch Amulette und Gegengifte brauchen, besonders die, welche viel geistige Kraft (spirituosam vim) ausströmen, insofern sie tiefer eindringen und auch den Geistern verwandt sind (cum spiritibus conveniunt, fol. 168a), besonders Arome und Rauchwerk, wie Balsam, Ambra, Moschus, Cinnamonum, Narden, Aloë. So lange aber in Kraft bleibt (viget) das Zaubermittel, welches die Kraft des (Gegen-?) Giftes wieder aufhebt, so lange ist die Heilung unmöglich (impossibile est sanari). Die beste Hülfe bleibt stets die Religion, wenn Speis und Trank, Medicament und Kleidung und auch die Wohnung selber mit heiligen Segnungen gestützt wird (benedictionibus sacris fulciantur), so dass nichts Unreines zurückbleibt weder in des Kranken Gewissen (conscientiam) noch in dem aller Umstehenden."

Darum macht Caesalpin zum Schluss der Schrift dem Erzbischof, dem er sie gewidmet, ein Compliment, dass es ihm gelungen sei, zu Pisa alle bisher unerhörten dämonischen Einflüsse an's Licht zu ziehen und zu bekämpfen" (fol. 168b, Cap. XXIV)...

10) Jedenfalls ist diese Beugung vor der Autorität der Kirche als einer über Hippocrates, Galen und Aristoteles stehenden keine momentane Heuchelei, etwa um die Stelle eines medicus religionis zu erhaschen: eine Heuchelei, die Caesalpin dann sehr bald wieder aufgegeben hätte, sobald es nämlich entschieden war, dass er die Stelle eines medicus religionis und Stephansritters dennoch nicht erhielt. Nein gleich in seiner Vorrede zur ersten Schrift, den peripatetischen Fragen, sagt er: „Ich aber bete (precor) zu dem gütigsten und mächtigsten Gott, dass er mich vor derartigen Irrthümern bewahre, und mit seinem Lichte, mit dem er der Menschen Sinn zu erleuchten pflegt, mich zu der lautern Wahrheit leiten möge (dirigat)". „Sollte aber Aristoteles, dem nun schon fast zwei Jahrtausende als ihrem höchsten Lehrmeister gefolgt sind, von den Dingen, die uns in den heiligen Schriften (in sacris) auf eine noch göttlichere Weise (diviniori

1) Ubi enim Daemon nequaquam cooperatur, inutilia reperta sunt.

modo) geoffenbart sind (revelata nobis sunt), irgendwo abweichen, so stimme ich durchaus garnicht (minime) mit Aristoteles überein und gestehe, dass in den Gründen eine Täuschung sei: dass es aber gegenwärtig nicht mir obliegt, das aufzudecken, sondern ich das denen, welche sich zu einer höheren Theologie bekennen (qui altiorem Theologiam profitentur), überlasse"[1]).

Man kann es nicht leugnen, Caesalpin, der gleich 1571 mit der ersten Veröffentlichung seiner Quaest. peripat. es zu einer so grossartigen wissenschaftlichen Einheit gebracht hat, dass er bis zu seinem Todesjahre 1603 immer nur auf seine Quaest. peripatet. zu verweisen brauchte und verwies[2]), er ist, seinem sittlichen Charakter nach, ein Doppelmensch: ein Sophist, dem von einer unverrückbar feststehenden Wahrheit nicht gar so viel übrig bleibt, weil er sich gezwungen sieht, unter der Autorität des Aristoteles und unter der Autorität des Pabstes sich zu beugen: Und daneben doch wieder ein einfältig frommer Christ[3]).

„Die Wahrheit, sagt er, zeigt in ihrer Nacktheit eine so vollendete Schönheit, dass sie der Gewandung von Worten oder anderer Redeschminke (aliis orationis fucis) nicht zu bedürfen scheint. Ich habe desshalb in meinem Style mich sowohl vor strotzendem Prompe, als auch vor der verworfenen Redeweise gleichermassen zu hüten gesucht" (Praef. Quaest. Peripat.). Auch macht es ihm keine Freude, die Wahrheit zu verdunkeln und den Lesern Sand in die Augen zu streuen. Er beklagt es aufrichtig, dass durch die Commentarien einiger Barbaren über des Aristoteles Werke sich ein solcher Nebel ergossen hat, dass, nachdem zu den Commentarien wieder unzählige Commentare geschrieben worden sind, man die Philosophie in fast unentwirrbare Irrthümer verwickelt hat. Und dadurch sind unserer Philosophen Sitten (mores) derartig geworden, dass sie die am meisten bewundern,

1) Dies Bekenntniss scheinen einige Biographen (z. B. Jöcher) als einen Widerruf gefasst zu haben. Es ist aber der Punkt, wo jedes italienische Werk einsetzte, um die Censur passiren zu können, also nicht die Folge, sondern die Ursache. Auch Bayle fasst es nur als ein Zeichen schriftstellerischer Geschicklichkeit auf.

2) Schon Renzi betont das. S. meinen Aufsatz in Virchow's Archiv Bd. 93, 1883, S. 90.

3) Bayle sagt: pour bien dire, c'étoit un très-mauvais chrétien en égard aux opinions. Bayle hat Daemonum investigatio nicht gelesen.

die sie am wenigsten verstehen (ut quos minus intelligunt, magis admirentur) und um der Griechen Sinn und Meinung zu begreifen, nicht die Griechen selber fragen, sondern die barbarischen Ausleger (l. l.). Indem ich dagegen es unternommen habe, Aristoteles aus Aristoteles selbst zu erklären, habe ich mich wahrlich, sagt Caesalpin, einer schweren Aufgabe unterzogen[1]). Doch that ich es sehr gern (libentissime). Denn obwohl die landläufigen Vorurtheile, welche schon lange sich in die peripatetischen Schulen eingeschlichen haben, aus den Gemüthern derer, denen ihre Aufnahme viel Schweiss gekostet, nicht ausgerottet werden können (extirpari nequeant), so wollte ich doch um derer willen, die sich um die Wahrheit bemühen und noch von dem Gift der Gottlosen (veneno impiorum) nicht angesteckt sind, die vollere Arbeit nicht ablehnen. Vielleicht werden viele dieses Unternehmen für verwegen halten (temerarium), da ich ja meinte etwas zu sehen, was jene so überaus scharfsichtigen (oculatissimi) und so berühmten Autoren nicht gesehen haben. Diesen antworte ich: „Es ist überflüssig das zu schreiben, was schon geschrieben ist" (l. l.).

Fassen wir unser Resultat zusammen, so nimmt der Charakter Caesalpin's, aus seinen eigenen Werken beobachtet, sich ganz anders aus, als ihn die darstellen, die nur nach Registern und Excerpten arbeiten, ohne selbst zu lesen. Caesalpin ist nicht der Atheïst, nicht der blinde Aristoteliker, nicht der trübe Wirrkopf, wie ihn die Feinde schildern. Caesalpin ist aber auch nicht der Heuchler und meineidige Reliquiendiener, nicht der autoritätenfreie Experimentator, nicht der den Galen verachtende Entdecker, zu dem ihn seine Freunde stempeln wollen[2]). Wer bloss in zwei Werken (quaest. medic. und de medicamentor. facultat.) 290 Mal den Galen citirt, verachtet ihn nicht, sonst würde er ihn, wie das Register uns weis machen möchte, mit Stillschweigen übergehen. Galenist öfter als er es selbst weiss, bewusster Aristoteliker überall, auch da, wo Aristoteles zweifelsohne (s. Taurel

---

1) Bayle meint, dass er sein Ziel erreicht habe: il a pénétré le fond du système péripatéticien et l'a soutenu selon le vrai sens du fondateur.

2) Eigenthümlich ist Dastre's Auffassung: Servet und Caesalpin wussten viel, desshalb dürfen sie nichts Rechtes gewusst haben (Revue des deux Mondes. 1 Août 1884, p. 662 sq. cf. 653 sq.). Als ob die Riesen es fordern dürften, mit dem Maasse der Zwerge gemessen zu werden. Qui trop embrasse, mal étraint, gilt eben nur von uns Epigonen.

und Parker) nicht mit der Vernunft und der Kirchenlehre stimmt, will er doch aufrichtig nur der Vernunft und der Kirchenlehre folgen und vergiesst viel Schweisstropfen, um die drei, ganz besonders Aristoteles und die experimentirende Vernunft in Einklang zu bringen. Er will niemals und nirgend blinder Knecht der Autoritäten sein, sondern er liebt die Schlichtheit, Einfalt und Geradheit, weil er die Wahrheit liebt: aber unter der Wucht der auf ihm lastenden Autoritäten erliegt er und wird Sophist.

Wenn Friedrich Heinrich Jacobi, des grossen Kant berühmter Freund und Widersacher, von sich sagt: „Ich bin von Herzen Christ und meinem Verstande nach Heide", so trägt dieses Janus-Gesicht auch der Charakter Caesalpin's [1]). Wollen wir ihn darum verdammen? Finden wir nicht dasselbe Gepräge bei vielen seiner Zeitgenossen wieder und noch heute bei wie vielen von uns? Ein harmonisch in sich abgeschlossener christlicher Charakter, ein Mann sittlich aus Einem Guss ist das Ideal. Aber sind solche Männer so häufig?

11) Ist Caesalpin's Charakter, Dank seiner Sophistik, ein schwankender und wankelmüthiger, so ist doch sein Denksystem, Dank Aristoteles, ein einheitlich in sich abgeschlossenes, consequentes. Widersprüche enthält es nur für den, der in ihm blättert, statt ihn zu studiren.

III. Steht es nun besser mit dem dritten Punkt? Sind Caesalpin's Verdienste um die Pflanzenkunde, C.'s Ansichten über die Blutbewegung durch die letzten Publikationen über ihn aus dem Zusammenhang erläutert und richtig gewürdigt worden?

Caesalpin's Verdienste um die Pflanzenkunde sind durch alle vier Festschriften, del Vita, Maggiorani, Scalzi und Ceradini in keiner Weise klarer und richtiger gestellt worden, als es bisher geschehen war [2]). Ceradini (p. 219) gesteht sogar aufrichtig, dass er Caesalpin's de plantis, einige Capitel ausgenommen, nicht ge-

---

1) Des Vigna Urtheil: fuit constantissimus in Laetitiis et adversitatibus bezieht sich wohl auf seinen schönen, bei allen Angriffen klassisch ruhigen Styl. Aus seinem Leben liegt mir kein Belag für jene constantia vor, auf den sich Vigna und der ihm nachsprechende Carl Fuchs beziehen könnten.

2) z. B. durch B. Hutchinson (Biographia medica. Lond. 1799, T. I, p. 183), der seine Verwunderung ausspricht, dass fast ein Jahrhundert lang die botanischen Wege C.'s nicht befolgt worden seien.

lesen habe [1]). Und doch war de plantis nach Vielen sein bestes Buch.

Wie irrig und gehaltlos aber die Phrase ist, C. sei der erste oder einzige Botaniker des 16. Jahrhunderts gewesen, er allein und er zuerst habe Ordnung in die Pflanzenwelt gebracht, das haben wir schon oben bei Besprechung der Schrift Scalzi's gezeigt. Auch gesteht Caesalpin selber ein, wie sehr er von seinen Vorgängern abhängig ist. De Plantis citirt er Homer und Hesiod. Hippocrates, Aëtius Theodorus und Athenaeus, Varro und Cato, Avicenna und Averroes und Arnaldus Villanovensis, Matthaeus Sylvaticus und Paulus Aegineta, Serapio und Columella, ganz besonders gern aber Aristoteles, Plinius und Mesue, am meisten Dioscorides, Theophrast und Galen. Galen erscheint in Caesalpin's Werk über die Pflanzen 57 Mal. Gleich in der Vorrede lobt er den Ruellius, Hermolaus und Brasavolus als Hersteller der griechischen und arabischen Schriften über Pflanzenkunde, insbesondere auch den Lucas Ghinus, den Herausgeber des Dioscorides, als seinen Lehrer (praeceptor meus) als den ersten Botaniker zu seinen Lebzeiten (in ea facultate princeps) und Docenten auf der Universität Pisa; lobt des Aloysius Anguillara bündige und scharfsinnige botanische placita. In Betreff der dem Alterthum fast unbekannten ostindischen Pflanzen weiss er viel zu rühmen von Don Garzias Lusitanus: in Bezug auf die Flora Amerikas den castilianischen Arzt Monardes (Dedicatio).

Bei der unermesslichen Fülle von Pflanzen, die zu besprechen seien [2]), thäte aber, meint Caesalpin, vor allen Dingen eine wissenschaftliche Ordnung noth nach Aehnlichkeit und Unähnlichkeit, kurz Eintheilung in Gattungen (genera) und Arten (species). Viele haben die Pflanzen einfach alphabetisch an einander gereiht. Und das mag ja zum Nachschlagen ganz praktisch sein. Aber es ist unwissenschaftlich. Theophrast hingegen unter den Alten und Ruellius (de natura stirpium 1536 Paris) unter den Unseren haben jene Eintheilung nach wesentlichen Merk-

---

1) Er verweist p. 224 sq. auf Professor Caruel's (im Nuovo giornale botanico italiano, Pisa 1872, p. 13, Vol. IV erschienene) ausgezeichnete Analyse. Auch Fuchs gab eine solche p. 10—14 (a. 1798).

2) Carl Fuchs rügt, dass Caesalpin nicht selten ohne zureichenden Grund für allbekannte Pflanzen neue Namen(?) eingeführt habe (p. 9).

malen angefangen, nur leider nicht durchgeführt. Dem Dioscorides hingegen lag es als Arzt nahe, die Pflanzen sämmtlich nach ihren ärztlichen Wirkungen einzutheilen (circa facultates medicas: Dedic.)[1]. Es gereicht Caesalpin's Gelehrsamkeit oder Aufrichtigkeit wahrlich nicht zur Ehre, dass er die Werke seiner weltberühmten Bahnbrecher Leonhard Fuchs, Conrad Gessner, Lobelius, l'Ecluse mit Stillschweigen übergeht. . . .

Charakteristisch sind die Gründe, wesswegen ihm die alten Botaniker nicht genügen: 1) es werden täglich neue Pflanzen und neue Heilkräfte entdeckt; 2) die Pflanzen haben in den alten Sprachen einen anderen Namen; 3) beim Abschreiben der Alten sind die Lesarten verdorben und daher an einzelnen Stellen der Sinn verdunkelt. Dass die Alten Plinius, Theophrast, Dioscorides, Aristoteles selber geirrt haben, kommt ihm nicht in den Sinn (Dedic.). . . .

Nimmt demnach Caesalpin's Werk von den Pflanzen lange nicht jene einzigartig erhabene Stelle ein, wie seine Biographen und die Festinschriften vorgeben, so ist andererseits der Gedankenreichthum und die feinsinnige Auseinandersetzung des Aretiners, wie sie uns besonders aus De plantis entgegentritt, viel zu wenig bekannt. Indem es sich hier darum handelt, Caesalpin kennen zu lernen und ihm gerecht zu werden, so setze ich einen Auszug der 6 ersten Capitel des Allgemeinen Theiles her.

Das erste Buch oder der allgemeine Theil der Botanik ist, der Form und Anlage nach, geradeso dialektisch gehalten, wie die Quaestiones peripateticae, die Quaestiones medicae, die Daemonum investigatio. Es werden Fragen aufgeworfen, Einwendungen gemacht, Schwierigkeiten erhoben, Möglichkeiten abgewogen, Wahrscheinlichkeiten gesucht, bis der Vf. endlich bei einer Meinung als der wahrscheinlichsten still steht: denn über die Wahrscheinlichkeit darf ein echter Aristoteliker sich nicht hinauswagen. Wir streifen hier jenes weite dialektische Gewand ab und beschränken uns auf das Wesen.

Caesalpin beginnt mit der Seele. „Da der Pflanzennatur durch's Loos nur die eine Art Seele zugefallen ist, durch die sie ernährt werden, wachsen und ihres gleichen erzeugen, sie aber die Kraft des Gefühls und der Bewegung entbehren, in denen die

[1] Ueber seine eigene Eintheilung in 15 Klassen s. unten.

Natur der Thiere besteht, so bedürfen mit vollem Recht die Pflanzen eines weit geringeren Apparats von Werkzeugen als die Thiere. Denn es giebt bei den Thieren viele, in Form und Zahl differirende Theile, die auf den Sinn berechnet sind: und noch mehr, die eine Bewegung hervorrufen sollen. Denn aus diesem Grunde ist fast die gesammte Substanz der Knochen in Gelenke unterschieden und das Fleisch ist mit Muskeln versehen, indem die Nerven in alle Theile fortlaufen. Wenn wir ferner die Eingeweide betrachten, welche die Werkzeuge für die ernährende Seele sind, so werden wir wegen des ähnlichen Vermögens der Seele eine mässige Aehnlichkeit mit Pflanzentheilen erblicken, aber in den meisten doch wieder die grösste Unähnlichkeit. Denn die Natur der Venen, welche die Nahrung aus dem Magen schöpfen (ex ventre), um sie in den ganzen Körper zu vertheilen, scheinen nach einer gewissen Seite hin den Wurzeln der Pflanzen zu entsprechen: denn ähnlich ziehen auch diese aus dem Boden, gleichsam wie aus dem Magen, dem sie eingepflanzt werden, ihre Nahrung. Da nun aber die Thiere eine ausgewähltere Art Speisen nöthig haben, so sind auch behufs deren Zubereitung und Kochung ihren Wurzeln die Magen gleich beigegeben worden und viele andere Leitungen zur Ausscheidung des Nahrungsauswurfs. Und alles das fehlt den Pflanzen. Darum scheinen die Pflanzenkörper aus sehr einfacher Substanz zu bestehen und nahe heranzureichen an die Natur der unorganischen Dinge."

„Da nun aber eine nährende Seele noth thut, um seinesgleichen zu erzeugen, sei es, dass es aus der Nahrung geschieht um die Einzeldinge zu erhalten, sei es aus dem Samen wegen der Fortdauer (aeternitas) der Arten, so sind den vollkommneren höchstens (ad summum) zwei Theile gegeben, die auch höchst nothwendig sind: der eine, durch den sie die Nahrung nehmen, der W u r z e l heist. Der andere durch den sie Frucht tragen oder gewissermassen einen foetus zur Fortpflanzung der Art; der da Stengel (caulis) heisst bei den niederen Arten, Stamm aber (caudex) bei den Baumarten. Die Wurzel steht höher (superior), weil sie wichtiger ist, obwohl in der Erde verborgen, denn es leben viele Pflanzen nur von der Wurzel (p. 1), nachdem sie ausgetrocknet ist und der Same vollendet, wie Cyclaminus, Aristolochia und die meisten Acanaceen und Ferulaceen. Der Stengel oder Stamm aber steht niedriger, obwohl er über dem Boden sich er-

hebt: denn die Auswürfe, wenn es welche giebt, werden durch diesen Theil abgesondert. Ich spreche von dem Höheren und Niedrigeren, wie man es in der Thierwelt versteht. Gehen wir aber von der Art der Ernährung aus, so werden wir einen andern Theil den höheren, resp. den niedrigeren nennen. Denn da in den Thieren wie in den Pflanzen die Nahrung nach oben getragen wird, — was nährt ist leicht, insofern es von der Wärme in die Höhe geht, — war es nöthig die Wurzeln unten einzupflanzen, den Stengel aber aufrecht in die Höhe zu heben. Denn auch bei den Thieren findet sich der Venen Verwurzelung im Unterleibe (in inferiori ventre), der (Venen-) Stamm aber geht aufwärts nach dem Herzen und dem Haupte".

„Ob aber in den Pflanzen ein Theil festzusetzen ist, in dem der Hauptsitz der Seele (animae principatus) wäre, muss erwogen werden. Denn da die Seele der Akt des organischen Körpers ist, so kann sie nicht ganz in dem Ganzen sein noch ganz in den einzelnen Theilen, sondern ganz in einem bestimmten Theile, von dem aus den andern abhängigen Theilen das Leben vermittelt wird, wie ich schlechthin gezeigt habe in den Quaestiones Peripateticae. In der Pflanze werden nun entweder zwei, der Art nach verschiedene Seelen sein, örtlich getrennt, die eine in der Wurzel, die andere im Keim (in germine). Oder ein und dieselbe Seele wird beiden das ihnen eigenthümliche Vermögen mittheilen. Zwei verschiedene Seelen aber können es nicht sein, da nach Abbrechung des Keimes aus der Wurzel wieder ein Keim kommt, und nach Abschneiden des Zweiges aus dem eingepflanzten Zweige wieder eine Wurzel kommt. Aber schwer hält es in den Pflanzen einen solchen Theil zu treffen, welcher der Hauptsitz der Seele wäre. Denn wenn wir diejenigen Pflanzen in Betracht ziehen, welche viele Zeit leben nur durch die Wurzel, nachdem sie den Stengel mit dem Samen abgeworfen haben, so scheint der Hauptsitz in der Wurzel zu sein. Sehen wir hingegen diejenigen an, welche durch einen Zweig oder Senkling sich fortpflanzen, wie der Oelbaum, der Weinstock und der Granatapfel, so werden wir gestehen, der Hauptsitz sei im Keime (in germine): denn aus ihnen bricht die Wurzel hervor, wenn sie gepflanzt werden. Dabei werden wir in der Wurzel zwei Theile erblicken, die Rinde nämlich und den Körper der innerhalb der Rinde (corticem) enthalten ist. Den Stengel aber machen drei Gattungen von Theilen aus: die

äussere Rinde, das innere Mark und der mittlere Körper zwischen Mark und Rinde, der in den Bäumen Holz genannt wird. Wenn nun bei allen Dingen die Natur im innersten zu verbergen pflegt die Lebensprincipien (vitalia principia), wie die Eingeweide bei den Thieren, so möchte es der Vernunft entsprechen, dass sie auch bei den Pflanzen das Lebensprincip nicht gleich in der Rinde, sondern tiefer verborgen halte, nämlich in dem inneren Mark, das nur in dem Stengel ist, nicht in der Wurzel. Und dass dies auch der Alten Ansicht gewesen ist, können wir schon daraus entnehmen, dass sie diesen Theil in den Pflanzen das Herz (cor) nannten, andere das Hirn, andere den Mutterleib, um anzudeuten, dass von hier aus die Befruchtung den Anfang nehme. In dem Zwischenort also, wo die Wurzel sich mit dem Keime verbindet, scheint der für das Pflanzenherz geeignetste Ort zu sein (p. 2)[1]. Denn gerade an diesem Orte erscheint eine sowohl von der Wurzel als vom Keime verschiedene Substanz, die weicher ist und fleischiger als beide, aber mit der Zeit hart und holzig wird. Für diesen Theil scheint auch der Name Hirn wohl zu passen: denn gleichwie in den Thieren das Mark des Hirns im Haupte ist, von dem aus das Rückenmark die ganze Länge des Rückgrats hinuntergeführt ist, so führt bei den Pflanzen das Hirn in der Wurzel gleichsam durch das Rückgrat das Mark weiter, um es als Lebenssaft den Zweigen und den feinsten Reisern mitzutheilen (p. 3. Cap. I).

Auf welche Weise geht nun aber bei den Pflanzen die Anziehung der Nahrung und Ernährung vor sich? Gewahren wir doch bei den Pflanzen weder Venen noch andere offenbare Leitungen noch auch irgend eine Wärme, so dass es wunderbar erscheint, wie die Bäume zu solcher Höhe heranwachsen, da sie doch weit weniger eingeborene Wärme zu haben scheinen als die Thiere. Nun aber ist den Thieren wegen des Sinnes und der Bewegung die meiste eingeborene Wärme verliehen worden, und so wachsen sie weniger gerade in die Höhe, weil viel Nahrung verwandt wird auf Vollziehung der Operationen der Sinne und der Bewegungen: denn sehr viel davon wird in Geist verwandelt (convertitur in spiritus)[2]. Um desswillen haben sie weite Venen,

1) In intermedio, qua (sc. parte) radix germini conjungitur, locus videatur cordi plantarum opportunissimus.

2) In allen Caesalpinianischen Schriften ist viel von der generatio spiritus die Rede, gerade wie bei Servet, Columbus und Harvey.

dass sie viel Nahrung fassen können. Da hingegen die Pflanzen allein die Aufgabe der Ernährung zu erfüllen haben (p. 4), so sind sie im Stande mit weniger eingeborener Wärme sowohl mächtiger zu wachsen als auch viele Früchte hervorzubringen. Doch wenn auch mit den Sinnen die Pflanzenwärme nicht wahrgenommen werden kann, so darf man sie darum doch nicht in Abrede stellen. Denn was weniger warm ist als unser Gefühl, bezeichnen wir als kalt. Und dass den Pflanzen auch Venen verliehen sind, obwohl geringe, beweisen diejenigen, die von Milch fliessen. Auch treten in jedem Stengel und Wurzel gewisse nervenähnliche Spalten (fissilia) der Länge nach hervor, die man, wie bei der Tanne, Nerven nennt, oder aber gewisse dickere Spalten die in Zweige verlaufen, wie bei den meisten Blättern zu Tage liegt: und diese Spalten nennt man Adern (venas). Diese also muss man als die Gänge der Nahrung ansehen, wie sie im Verhältniss (proportione) den Venen der Thiere entsprechen. Bei den Pflanzen trifft man aber nicht Einen Venenstamm, wie die Hohlvene bei den Thieren; sondern zahlreich und zart steigen sie aus der Wurzel in das Herz und aus dem Herzen in den Stengel auf. Denn es that hier nicht Noth die Nahrung in einem gemeinsamen Behältniss (in ventre aliquo communi) zusammenzufassen, wie es bei dem Herzen der Thiere nothwendig ist zur Erzeugung der Geister (ad spirituum generationem): denn wenn viel Feuchtigkeit zugleich in dem Gefässe siedet (fervente humore), so entsteht viel Geist (spiritus fit multus): sondern es genügte, dass der Saft verändert wird (alterari) durch Berührung mit dem Herzmark, wie bei den Thieren das Hirnmark oder das Fleisch der Leber thut: denn auch hierin verbreiten sich nicht grosse und seltene, sondern zahlreiche und äusserst feine Venen. Es giebt einige trockene Dinge, welche ihrer Natur nach Feuchtigkeit anziehen, wie die Segel, die Schwämme, die Pulver. Man muss sich nun vorstellen, dass von Natur diejenigen Theile der Pflanzen derartig zusammengesetzt sind, deren die nährende Seele sich bedient um die Nahrung anzuziehen. Desshalb sind sie nicht nach Aehnlichkeit der Venen durch einen fortgesetzten Gang wegsam (perviae), sondern sie bestehen vielmehr nach Art der Nerven aus einem zotteligen (villosa) Stoff: denn so führt ihre durstige Natur fortwährend Feuchtigkeit (p. 4) zum Princip der eingebornen Wärme, wie wir bei unseren brennenden Lampen sehen: denn sie bedürfen eines Dochtes, durch den

fortwährend Oel zur Lampe geführt wird. Diese Bewegung wird unterstützt durch die eingeborne Wärme, welche den zufliessenden Saft zu Keimen und Früchten verbraucht: sobald aber der erste verbraucht ist muss nothwendig anderer an die Stelle treten. So trinken die Pflanzenwurzeln aus dem Boden fortwährend reineren Saft. Daher auch die meisten Pflanzen im Frühling und Sommer mehr keimen und Früchte bringen, weil durch die äussere Wärme die Anziehung der Feuchtigkeit gesteigert wird: während der Winterzeit versteckt sich in der Tiefe die spärliche (exilis) Flamme und bedarf mässiger Nahrung (Cap. II).

„Aber wozu das Keimen? und wie geschieht es? Bemerken wir doch bei keinem Thiere einen ähnlichen Einfluss; denn alle ihre Theile sind gebildet, ehe sie an's Licht treten. Die Pflanzen hingegen setzen neue Theile an, so lange sie leben: und das nennt man Keimen. Allenfalls könnte man bei den Thieren die Erzeugung der Haare, Zähne und Hörner dem Keimen vergleichen, da sie hernach erst ausbrechen. Ein wirkliches Keimen scheint aber nur bei den Schwangeren stattzufinden (p. 5). Der Unterschied aber ist der, dass darin das Princip von aussen kommt (principium extrinsecus ducitur). Eines äusseren Princips aber bedarf das Vegetative nicht. Das Ganze, was Früchte bringt, könnte man als einen umgekehrten Mutterleib (uterus inversa) ansehen, dem viele foetus angehängt sind.

Des Keimes Entwicklung aber geschieht durch das Aufplatzen der Blätter: denn je mehr der Keim hervorbricht, um so mehr entfalten sich die Blätter, die ihn umschlossen hielten, indem sie gewissermaassen von beiden Seiten die Hände darüber falten, nur am Stengel befestigt: gleich als ob die Blätter nur um desswillen gegeben sind, dass sie den zarten Keim schützen oder auch die Frucht, da wo die Frucht herausbricht mit dem Keime. Nachdem sie aber entfaltet sind, scheinen sie einen andern Nutzen zu bringen, nämlich den Schatten, damit nicht durch die Sonne zu stark belästigt werden sowohl die Früchte wie die neuen Keime: denn beide wünschen gemässigte Sonnenstrahlen, und das bewirken die Blätter durch ihre Lage und Gestalt, indem sie die Sonnenstrahlen zum Theil durchlassen, zum Theil zurückhalten. Desshalb fallen bei den meisten im Herbst die Blätter ab, weil die Früchte ausgereift und die Keime abgehärtet sind. Diejenigen indessen, welche länger die Früchte behalten, behalten auch länger die Blätter“ (p. 6).

„Da also die Blätter zum Decken gegeben sind, so nehmen sie ihren Ursprung nur aus der Rinde, gewissermassen als deren Anhängsel: denn die Rinde ist zur Bekleidung gegeben. Nun aber besteht die Rinde aus einem doppelten Körper, nämlich aus einem inneren härteren und stärkeren, der bei den Bäumen Bast heisst, und aus einem äusseren, der bei den jüngeren Keimen weich und zart ist, in den Alten aber wegen der Trockenheit rauh wird. Das Blatt besteht bei den meisten mehr aus dem Stoff der äusseren Rinde: woraus seine Zartheit und Weiche entsteht, so dass es durch die Trockenheit leicht abfällt. Die aber ihre Blätter dauernd behalten, bei denen ist anzunehmen, dass das Blatt von dem Stoff der inneren Rinde viel zurückbehält: desshalb sind auch solche Blätter härter und dicker".

„Die Adern aber, sowohl die, welche mitten durch den Rücken, als die welche nach den Seiten sich erstrecken, entspringen aus der inneren Rinde: denn diese allein ist geädert (venosus)."

„Dass aber aus der Rinde die Blätter bestehen, beweist man aus der Thatsache, dass wir in einigen die ganze Rinde in Blätter übergehen sehen, so dass keine übrig bleibt den Keim zu bedecken, ausser dem Blatt, z. B. beim Schilfrohr, Weizen, Pfriemenkraut: aber bei diesen umgiebt den Stengel vielmehr ein Blattstiel, als ein Blatt, der auch stofflich dicker ist als ein Blatt."

„Des Keimes Stoff hingegen nimmt sein Princip von innen: denn er ist nicht ohne Mark und nicht ohne den Körper, der um das Mark herumgelegt ist. Denn wenn jemand sich die Mühe nimmt, eine keimende Ruthe zu entrinden, so wird er mit der Rinde zugleich die Blätter entfernen, da sie nur ihr allein anhaften: die Keime aber wird er nicht entfernen, denn sie hängen zusammen mit dem Stoff des inneren Körpers. Denn da der Keim um der Fruchtbringung willen gegeben ist, die Fortpflanzungskraft aber im Marke gleichsam wie in einem Herzen enthalten ist, so ist es nothwendig, dass sie sich durch alle Keime fortpflanzt."

„Und es ist auch nöthig, dass die Adern, welche die Nahrung nach sich ziehen, berührt werden vom Marke: diese aber werden durch die ganze Substanz des Stammes geführt. So viel Mark also in der Mitte sich befindet, ohne die Venen zu berühren, erstirbt mit dem Wachsen des Stengels oder des Stammes und lässt eine Höhlung zurück, wie in der Weide, im Oelbaum" (p. 7).

„Bei der Inokulation sagen wir, dass die eingepflanzte Rinde

darum keimt, weil aus dem unterliegenden Holze der Keim ausbricht, dem die Rinde anklebt wegen der Verwandtschaft: denn wenn nicht das Auge der Rinde dem Auge des Holzes angepasst wird, so keimt es nicht: es erzeugen sich aber die Blätter und und Früchte nach der Natur der Rinde. Die Samen hingegen, wenn sie ausgesäet werden, nehmen ihren Ursprung aus dem Mark und nicht aus der Rinde, werden daher Wildlinge (sylvestre genus)".

„Dass aber der Kreiseinschnitt der Rinde bei den meisten den Baum ertödtet, geschieht weil das Keimen ohne Rinde nicht vor sich gehen kann, was aber oberhalb des Einschnittes verbleibt, stirbt ab, weil die Zuführung der Nahrung aus den unteren Theilen gestört ist" (p. 8. Cap. III).

„Des Keimes Ausbruch findet aber nicht an einer beliebigen Stelle des Stengels statt, sondern meist aus den Flügeln der Blätter, also an der Stelle wo des Blattes Stiel mit dem Stengel zusammengeknüpft ist: denn da liegt das Auge des zukünftigen Keimes, gleichsam als ob das Blatt zu seiner Behütung hinzugethan ist, indem in der Rinde gewissermassen ein Busen zurückbleibt, an der Stelle wo es beim Ursprung aus der Rinde heraustritt. Denn an der Stelle bildet sich gewissermassen ein anderes Herz, indem nach diesem Sitze hin aus dem inneren Mark das Princip herausbricht. Dadurch entsteht im Stengel eine Art Knoten, der, wenn er den ganzen Stengel umgürtet, ein kleines Knie genannt wird, wie beim Weizen und beim Schilfrohr, indem die Nerven an dieser Stelle zusammenlaufen und gleichsam in einander verwickelt sind" (p. 9. Cap. IV).

„Da nun aber das Princip der Pflanzen, welches Herz genannt wird, nicht wie bei den Thieren an einer festen Stelle abgesondert verbleibt, sondern gewissermaassen an allen Stellen vertheilt ist, so geschieht es, dass viele nicht nur nach der Theilung weiter leben, wie einige Thiere unter den Insekten thun: sondern dass sie gerade durch die Theilung sich fortpflanzen, was bei keinem Thier zutrifft; denn überall wo die Natur eines Herzens sich findet, da ist auch das Princip für den Keim und die Wurzel. Gemeinhin brechen die Wurzeln aus den älteren Zweigen aus, die Keime aber aus den jüngeren. Was aber bei der Verletzung durch Theilung viele thun, das bringen einige auch ohne Theilung hervor: denn wenn es sich ereignet, dass ihre Zweige die Erde berühren, dann lassen sie bei der Berührung die Wurzeln

in die Erde ein und keimen zu neuem Nachwuchs. Obwohl es auch wieder andere giebt, deren Stengel Wurzeln treiben über der Erde, nicht aber um Nachkommen zu erzeugen, sondern aus Nahrungsgier schicken sie dieselben aus, wie z. B. der Epheu, der durch seine Umarmung die Bäume und die Wände vermöge zahlreicher Wurzelfasern aussaugt."

„Es unterscheidet sich aber der Sprössling von dem Samen wie der lebende Foetus von dem Ei: denn der Same ist wie ein Ei, in dem das Lebensprincip ist, aber noch keinesweges Leben: der Sprössling aber lebt zuerst zwar neben dem Vater, wie sein Keim, nachher aber durch sich selber, vermöge eigener Wurzeln aus der Erde Feuchtigkeit anziehend. Ausserdem ist der Sprössling bald eine angefangene Wurzel, bald ein Keim, bald beides. Daher können die Pflanzen nicht viele Sprösslinge ernähren, wohl aber zahlreiche Samenkörner tragen. Aber die Erzeugung eines Sprösslings ist einfacher weil sie eine Fortpflanzung ist vermöge Abreissens eines Stückchens: dagegen die Herstellung des Samens viele Stücke erfordert" (p. 10. Cap. V).

„Der Pflanzen Schönheit zeigt sich besonders in der Hervorbringung des Samens. Denn in Hinsicht auf die Zahl der Theile, auf die Figuren und auf die Verschiedenheit der Behältnisse zeigt die Befruchtung einen weit schöneren Schmuck als das Keimen: nimm hinzu der Blumen wunderbare Lieblichkeit, die schon im voraus die Wonne der zeugenden Natur beim Schaffen des Samens darthut. Es ist nothwendig, dass der Stoff der Samenkörner aus demjenigen Theile entspringe, in welchem das Prinzip ist für die eingeborne Wärme, d. h. aus dem Mark, Die Pflanzen sondern den Stoff zugleich mit dem bildenden Geiste aus: und diese Empfängniss gleicht einem Ei[1]). Denn gleich wie in einem Ei ein Theilchen enthalten ist, in welchem sich gleichsam der Umriss (delineatio) des zukünftigen Thierchen's befindet, der Rest aber für die Beleibung (corpulentia) zur Nahrung dient: so enthält bei dem Pflanzensamen jener Theil den Vorzug, aus dem die Wurzel hervorbricht und der Keim: denn er ist gewissermassen wie ein kleines Herz, indem der übrige Theil des Samens diesen zuerst mit Nahrung bedient. Obwohl einige Samenarten dem Anschein

---

1) Materiam simul cum spiritu formante secernunt: qui conceptus est tanquam ovum.

nach völlig knöchern sind (ossea), wie die Palmenkerne, so verbirgt sich doch des Samens weicheres Mark in einem kleinen Gange (meatu), aus dem bei der Geburt die kleine Pflanze herausbricht, den Knochen unversehrt zurücklassend. Dann aber taucht zuerst die Wurzel hervor, indem ein kleiner Füssling[1]) aus dem Herzen des Samens hervorgeht, an der Stelle wo nothwendigerweise die Rinde aufplatzen und einen Ausgang dem Samen bewilligen muss; sobald er aber die Wurzel in die Erde getrieben hat, tritt bei den meisten (Pflanzen) die übrige Beleibung des Samens aus ihrer Rinde gleichsam wie aus einem Ei an das Licht und weist, in zwei fleischige kleine Blätter auseinandergefaltet einen kleinen Theil auf, aus dem der Keim hervorzubrechen im Begriff steht. Das sind die Theile des Samens, die dazu dienen dem Herzen die erste Nahrung zu liefern: darum sind sie so dick" (p. 11 sq. Cap. VI).

„Die Blüthen sind also theils aus Nothwendigkeit (ex necessitate) theils zum Schutz der beginnenden Früchte gegeben. Aus Nothwendigkeit nämlich, weil bei dem Anschwellen der Pflanze nothwendigerweise etwas Geist (aliquem spiritum) ausgehaucht werden muss: denn ohne Geist geschieht kein Ausbrechen des Samens (non enim sine spiritu fit seminis eruptio). Dass aber inzwischen auch zum Bedecken der Früchte die Blumen gegeben sind (p. 13), ist klar: denn bevor sie sich entfalten, sitzen sie entweder in den Früchten selber, wie bei der Rose, oder sie falten sich rings um sie herum, wie bei der Pflaume: sobald aber die Frucht wächst, öffnen sich auch sogleich die Blüthen, und fallen bald nachher als für die Zukunft unnütz vertrocknet nieder. Die Blumen sind aber sehr selten grasartig, ganz grün sicher keine, während doch alle übrigen Farben, schwarz ausgenommen, bei den Blumen beobachtet werden, gleich als ob die Natur absichtlich malen wollte. Denn das ist der höheren Geister Werk (hoc est enim spirituum sublimatorum opus). Denn von Natur nimmt der Geist wegen des Stoffes Reinheit unverfälschte Farben an (sinceros colores), die aber, weil sie sehr dünn sind (ob tenuitatem), leicht ineinander übergehen" (p. 14. Cap. VII).

Nachdem Caesalpin in dem allgemeinen Theile seiner Botanik (L. I) so die einzelnen Organe der Pflanze beleuchtet, wendet er sich in dem besonderen Theile zunächst den Bäumen (L. II und III) und dann den Unterfrüchten und Gräsern zu (L. IV—XVI).

1) pediolo lese ich; peciolo, die gedruckte Lesart, ist sinnlos.

Hier unterscheidet er folgende fünfzehn Klassen[1]):

1. Bäume mit spitzenständigem Samenkeime.
2. „ „ grundständigem „
3. Kräuter „ einzelstehenden Samen.
4. „ „ „ Beeren.
5. „ „ „ Kapseln.
6. „ „ paarweisen Samen.
7. „ „ „ Kapseln.
8. „ „ dreizähligen Fruchttheilen und Faserwurzel.
9. „ „ „ „ „ Zwiebel.
10. „ „ vierzähligen Samen.
11. „ „ zahlreicheren „ und kamillenähnlicher Blüthe.
12. „ „ „ „ „ cichorienähnlicher oder diestelähnlicher Blüthe.
13. „ „ zahlreicheren Samen u. gemeinschaftl. Blüthenstaude.
14. „ „ „ Schlauchfrüchten (Balgfr.).
15. „ ohne Blüthe und Frucht.

Vigna freut sich, dass Thomas Garzon, Jo. Pona aus Verona sowie Balthasar und Michael Campi die Schrift Caesalpin's über die Pflanzen loben[2]). Fabrucci[3]) aber, Carl Fuchs[4]) u. a. halten De plantis für Caesalpin's vorzüglichstes Werk. Jedenfalls muss man John Rajus, London 1686, Geschichte der Pflanzen beistimmen, dass dies ein Buch sei, aus dem sich lernen lasse[5]). Zur grösseren praktischen Handlichkeit ist vorn ein alphabetisches Register der besprochenen Pflanzen — auf Vollständigkeit macht er nicht Anspruch (dedic.) — hinten bei den hauptsächlichsten ein Register der medicinischen Wirkungen angeführt. Auch wenn Caesalpin nicht der einzige Botaniker von Bedeutung im XVI. Jahrhundert gewesen, auch wenn er Gessner, Lobelius und l'Ecluse gegenüber nicht die epochemachende Stellung, welche die Jubilanten ihm zuschreiben, einnimmt, so bleibt De plantis ein klassisch stylisirtes, gedanken- und geistvolles Buch. Und so ist es freudig zu begrüssen, dass Car. Plumier's Vorschlag, eine neu entdeckte Pflanze

1) Carl Fuchs: A. Caesalpin. Marburg 1798, p. 13.
2) Animadversiones in Theophrastum 1625.
3) Nuova raccolta. Venez. 1761, p. 66.
4) A. Caesalpin p. 9 u. f.
5) Teissier: Eloge des hommes savans. Leyden 1715, T. IV, p. 439.

nach Caesalpin zu benennen, vom unsterblichen Linné angegenommen[1]) und so Caesalpin's Name in der Botanik verewigt worden ist. Boerhave hat Recht, jedem anzurathen, falls er von Caesalpin etwas kaufen könne, es ja zu thun, denn seine Werke seien vortrefflich[2]).

12) Viel bekannter, als Caesalpin's botanische Verdienste, sind nun die um den Blutkreislauf.

Sieht man von den nationalen Einseitigkeiten und Verranntheiten Ceradini's, del Vita's, Scalzi's und Maggiorani's ab, so könnte ich mich hier mit den objektiven wissenschaftlichen Untersuchungen von Sampson Gamgee und Huxley, Robert Willis und Alexander Gordon, Charl. Richet und Ed. Turner begnügen, oder auch die deutschen Leser auf meine Special-Untersuchungen verweisen[3]). Ist es doch keine offene Frage mehr, dass Caesalpin den sog. grossen Kreislauf gekannt hat, ihn aber nur gekannt hat als Ausnahme in drei Fällen, beim Schlaf, bei drohender Erstickung und beim Aderlass. In diesen drei Fällen nimmt das Blut, um nicht ganz und gar gehemmt zu werden, den einzig noch offen stehenden widernatürlichen Weg und läuft, statt wie jeder Strom vorwärts, zurück. Zur Constatirung dessen bedarf es für uns keines Wortes mehr[4]).

Aber da es sich hier darum handelt, den Mann und seinen Charakter kennen zu lernen, der in Italien durch ein Volksfest von Gelehrten im Namen der illustren Nation für den eigentlichen Harvey (den der englische nur ausgeschrieben) erklärt worden ist, so geben wir hier Caesalpin's berühmteste Stellen über den Blutkreislauf wörtlich wieder, nicht, wie das beliebt wird, als zurechtgestutzte Bruchstücke, sondern in dem vollständigen geschichtlichen Zusammenhang.

Sind die peripatetischen Fragen, wie wir uns oft über-

---

1) Carl Fuchs, 1798, p. 16.

2) optima: bei Fuchs p. 9.

3) Die Entdeckung des Blutkreislaufs. Jena 1876. — Harvey und seine Vorgänger im Biologischen Centralblatt 1883, III. Bd. No. 15. 16. 17. — Die Italiener und die Entdeckung des Blutkreislaufs in Virchow's Archiv 1883, Bd. 93, S. 64 f. — Dastre's Unkenntniss der einschlägigen Literatur (Revue des deux mondes, 1. Août 1884, p. 665) ist wahrhaft staunenswerth. Nicht einmal seine Landsleute kennt er. Vgl. Virchow's Archiv Bd. 94, 1883. S. 86—135.

4) Auch Dastre kommt wesentlich auf dasselbe hinaus.

zeugt haben, das Grundbuch, welches dem ganzen literarischen Wesen Caesalpin's gleich anfangs den bis an's Ende deutlichen Charakter aufgeprägt haben, so müssen wir mit ihnen beginnen.

Die vierte peripatetische Frage des fünften Buches lautet, dass durch die Athmung kein Geist von aussen in das Herz eingelassen werde (respiratione non intromitti aliquem spiritum externum in cor).

„Es meinte Galenus, dass die Athmung um zweier Ursachen willen den Thieren gegeben sei: 1) um die eingeborene Wärme im Herzen zu bewahren, was durch die Athmung bewirkt werde, theils vermittelst mässiger Abkühlung (modica refrigeratione) durch die eingeathmete kalte Luft, theils vermittelst der Auseinandertreibung des russigen Exkrements, die beim Ausathmen vor sich geht (difflatione fuliginosi excrementi, quae expiratione fit). 2) um den thierischen Geist (spiritus animalis) durch die äussere Luft zu nähren, was nur durch die Einathmung geschehe, indem Luft hineingeht durch die Gänge der Luftröhre in die venöse Arterie, die aus der linken Herzkammer in die Lunge seitwärts läuft: denn die Oeffnungen der einen entsprächen (committi) den Oeffnungen der andern, so dass die äussere Luft einen Weg frei habe in das Herz."

„Diese Ansicht aber widerlegt Aristoteles in des Buchs von der Athmung zweitem Hauptstück, wo er sagt: „Aber keineswegs soll man glauben, dass um der Nahrung willen die Athmung geschehe, als ob das Feuer, was in uns ist, mit Geist genährt werden könnte (tanquam spiritu alatur). Denn ebenso müsste es auch bei allen andern Thieren geschehen. Nun aber ziehen die Fische nicht Luft, sondern Wasser an. Ausserdem kann aber auch nicht Warmes aus Geist entstehen (ex spiritu fieri): im Gegentheil entsteht Geist beim Warmwerden der Säfte (incalescentibus humoribus)."

Caesalpin stellt sich auf des Aristoteles Seite und führt den Galen ab. Alle seine Absurditäten kämen daher, dass er sich des Herzens Erweiterung durch Heranziehung des Bluts aus der Hohlvene, des Geistes (spiritus) aus der venosen Arterie; des Herzens Zusammenziehung hingegen durch Ausstossen der russigen Elemente nach der Lunge zu, des Geistes aber nach der grossen Arterie zu, erklären zu können vermeinte.

Da dies nun alles, fährt er fort, absurd ist, so muss man

sagen, dass die Meinung des **Aristoteles** richtiger sei (veriorem). Bilden doch alle Arterien mit dem Herzen zusammen ein gewisses Ganze, ein zusammenhängendes Gefäss für das vollkommene Blut (continuum vas sanguinis perfecti. fol. 123 a). Aristoteles beweist das in neun Stellen. Desshalb findet auch eine zusammenhängende Bewegung vom Herzen aus in alle Theile des Körpers statt, weil fortwährend Geist erzeugt wird (quia continua est spiritus generatio). Es tritt aber dieses Pulsiren in den Arterien stärker hervor als in den Venen, weil durch die Arterien der Geist hindurchgetragen wird (spiritus per has fertur). Gesteht doch Aristoteles etc. etc. etc.

„Denn es geschieht eine Bewegung aus den Venen in's Herz, indem (des Herzens) Wärme die Nahrung an sich zieht, zugleich aber eine Bewegung aus dem Herzen in die Arterien, weil dahin nur der Weg offen steht wegen der Membranen Lage: und dieselbe Bewegung öffnet beide Thüren, nämlich die der (Hohl-) Vene in das Herz und die des Herzens in die Arterien.

„Auf solche Weise sind aber die Membranen angelegt, dass **niemals** eine Bewegung im entgegengesetzten Sinne stattfinden könne, was **nur** etwa sich ereignen könnte **bei den heftigen Störungen des Gemüths** (in vehementibus animi perturbationibus) oder aus andern Ursachen, aus denen eine Zurückziehung des Blutes nach dem Herzen hin vor sich geht: denn es **widerstehen dieser Art Bewegung die Membranen.**

„Die Venen liefern die Nahrung: die Arterien nehmen der Flamme Geist auf (fol. 123 b). Mit Recht also wird der grossen Arterie Thüre gegen die Bewegung des Geistes in das Herz geschlossen, damit nicht durch des Geistes Ueberfülle die Wärme erstickt werde. Die Thür der Vene aber stemmt sich der Bewegung aus dem Herzen entgegen, damit nicht des Herzens Flamme durch die Ueberfülle der Nahrung erlösche.

„Es könnte aber jemand zweifeln, ob nicht doch die Athmung gegeben sei behufs Erhaltung der Wärme im Herzen, insofern sie es vertheidigt gegen jene Fäulniss, welche durch das **Ersticken** zu geschehen pflegt und dass doch darum Eintritt und Austritt der äusseren Luft nothwendig erscheine. Obenein scheint Aristoteles den Eintritt des Geistes in das Herz (spiritus ingressum in cor) zuzugestehen Hist. Animal. I, cap. 16 (fol. 124 a). Indessen beruht das doch auf blossem Schein.

„Mit gutem Vorbedacht (optime) schloss daher die Natur die ätherische Fackel in des Herzens Kammern ein, indem sie es mit einem dichten Körper dergestalt umgab, dass sie ihm zum Ausfluss mit Doppelwand wohl versehene Kanäle bereitete, damit jene Fackel nicht früher erlösche, als bis sie die ihr von Natur aufgetragenen Werke vollendet hätte. So wird zur Spannung und Kräftigung des Körpers viel Feuer aufbewahrt und bei der Kleinheit der Oeffnungen doch nicht erstickt, indem behufs der Abkühlung des derartigen Blutes in der Gegend seines Ursprungs (circa principium) eine stärkere Gluth, als nothwendig, nicht gestattet wird (non permittitur). Das ersieht man deutlich bei den Erstickten: denn da werden eben die Venen furchtbar (maxime) aufgetrieben, das Gesicht schwillt an etc.“

„Ausserdem erhellt aus der Erfahrung, dass das Herz keiner Abkühlung bedarf (non egere refrigeratione). Denn sobald du, nach Spaltung des Perikardiums, das Herz, ohne die übrigen Theile zu verletzen, in kalter Luft oder unter Besprengung mit kaltem Wasser bloss legst, vergeht es sehr schnell: am warmen Orte aber erhält es sich länger. Denn das Herz will gewissermassen feurig sein, um eine fortwährende Kochung des Blutes und Erzeugung des Geistes (spiritus generationem continuam) zu bewirken“ (fol. 125 a).

„Desswegen schöpft die Lunge durch die den Arterien ähnliche Vene aus der rechten Herzkammer feuriges Blut, theilt es durch die Anastomose an die Arteria venalis mit, welche nach der linken Herzkammer strebt, und temperirt es durch die blosse Berührung (solo tactu), indem unterdessen durch die Luftröhrencanäle, welche neben der Arteria venalis, ohne mit ihr, wie Galen annahm, in Verbindung zu stehen [1]), sich hinziehen, kalte Luft hindurchgelassen wird. Diesem Kreislauf des Blutes (huic sanguinis circulationi) [2]) aus der rechten Herzkammer durch die Lungen in die linke Herzkammer entspricht durchaus die anatomische Wahrnehmung. Denn zwei Gefässe giebt es, welche in die rechte Herzkammer, zwei hinwiederum, welche in die linke aus-

---

1) non tamen osculis communicantes, ut putavit Galenus.

2) Ein Wort aus Thomas Aquin, Frai Vicente Burgos u. a. (s. Virchow's Archiv Bd. 97, 1884. S. 459), nicht wie noch Dastre (l. l. p. 665) nachschreibt, von Caesalpin zuerst gebraucht.

laufen. Von den beiden aber liegt dem einen nur die Einführung, dem andern nur die Ausführung ob, indem die Klappen mit dieser genialen Bestimmung (eo ingenio) eingerichtet sind. Als einführendes Gefäss dient also die grosse Vene, auch Hohlvene genannt, zur rechten; zur linken aber jene kleine Vene, die aus der Lunge einführt und nur einen Ueberzug hat wie die übrigen Venen. Als ausführendes Gefäss aber dient die grosse Arterie, die auch Aorta genannt wird, auf der linken Seite; zur rechten aber jene kleine Arterie die nach den Lungen hin abzweigt und gleichfalls zwei Ueberzüge hat" (fol. 125 b).

So sehr kommt es dem Caesalpin auf die rationelle Uebereinstimmung mit Aristoteles, unter dessen Führung die Philosophie ihren höchsten Gipfel erreicht zu haben scheine[1]), so wenig in den peripatetischen Fragen auf den anatomischen Thatbestand an, dass hier, wo er den Lungenkreislauf beschreibt und ihn ausdrücklich als circulatio sanguinis bezeichnet, er die von Servet entdeckte Undurchdringlichkeit der mittleren Hauptscheidewand völlig mit Stillschweigen übergeht; sie übergeht, weil Aristoteles von ihr schweigt und sie für das System des Aristoteles von keinem besonderen Nutzen erschien. . . .

Und den gleichen medicinischen Scholasticismus finden wir in Caesalpin's medicinischen Fragen wieder. Wir geben die berühmte 17. Frage des II. Buches im Zusammenhang. Sie handelt davon, dass in der Bräune bei der Erstickung die Halsvenen öfter gefüllt sind als die Oeffnung der Kehle geschlossen ist.

Auch hier wieder ist es des Caesalpin grosse peripatetische Freude sich durch alle Arten autoritativer, rationeller und experimentaler Schwierigkeiten dialektisch Bahn zu brechen. Obwohl, sagt er, die plötzliche Erwürgung als ein blosses Leiden der Kehle und die Bräune als die Entzündung der Schlundöffnungen, die den Weg des Athmens einengt, von Galen angesehen wird, so deutet doch bei beiden Arten von Bräune Hippocrates eine andere Ursache der Erstickung an. Aus seinen Worten ist die Andeutung zu entnehmen, dass wegen der Venen Ueberfülle und des Blutes Unbeweglichkeit verhindert werden des Geistes Durchgänge (spiritus permeationes) in die Arterien. Dennoch ist es vielleicht schwer

1) Aristoteles, quo duce Philosophia ad dignitatis summum fastigium pervenisse videtur. Praefat. Quaest. peripatet.

zu sehen, wie bei Verschleimung Erstickung entstehen könne aus dem Verschluss der Venen. Scheint es doch nothwendig bei den Geschwülsten des Halses, dass entweder die Keblen-Oeffnung verschlossen wird, woraus offenbar Erstickung folgt, oder dass aus dem Verschluss der Venen irgend eine Verletzung auf die Lunge übertragen wird, in Folge deren sie sich weder erweitern noch zusammenziehen kann."

„Nun sagt Aristoteles in dem dritten Hauptstück des Buches über Schlafen und Wachen, dass bei Epilepsie die Venen anschwellen von dem Geiste (a spiritu), durch welchen der Gang, in dem die Athmung stattfindet, verengt wird. Man muss dafür halten, dass dasselbe geschieht, bei Unterbindung der Venen und dem Verschluss, wodurch die plötzlichen Verstummungen erfolgen. Denn wenn im Halse die Venen verschlossen werden und Blut und Geist (spiritus) nicht mehr im Stande sind aufwärts (sursum) zu dringen [1]), so ist nothwendig, dass sie abwärts zum Herzen und zur Lunge zurückwirbeln (necesse est deorsum ad cor et pulmonem regurgitare), so dass die überfüllte Lunge nicht im Stande ist, sich zu erweitern und zusammenzuziehen, und das heisst eben den Gang, in dem die Athmung stattfindet, nämlich der Lunge Arterien, verengern. Um dieser Lage willen ist es nicht zu verwundern, dass bisweilen blosse Betäubung (soporem) erzeugt wird in Folge der Apprehension der Venen im Halse, bisweilen aber Erstickung. Denn es ist nothwendig, dass in Folge jener Apprehension die Kraft (virtutem) des Herzens sich nicht dem Hirn mittheilen kann und dass darum der Sinn und die freie Bewegung dem ganzen Körper geraubt wird. Aber nicht nothwendig ist es, dass die Lunge so überfüllt wird, dass Erstickung erfolgt."

„Aber das scheint der Erforschung wohl werth zu sein (speculatione dignum), warum in Folge des Verbandes die Venen schwellen oberhalb der getroffenen Stelle, nicht unterhalb (propter quid ex vinculo intumescunt venae ultra locum apprehensum, non citra): was aus Erfahrung die wissen, welche zur Ader lassen, denn sie legen den Verband an diesseits des Ortes, wo die Ader springen soll, nicht jenseits. Es müsste aber auf entgegengesetzte Weise verfahren werden, wenn [2]) die Bewegung des Blutes und

1) Also nach dem Hirne zu.

2) Auch bei dem Aderlass, der den natürlichen Blutweg hemmt.

des Geistes (motus sanguinis et spiritus) von den Eingeweiden aus nach dem ganzen Körper hin vor sich ginge: die Anschwellung der Venen müsste dann diesseits des Verbandes eintreten. Vielleicht löst sich der Zweifel[1]) aus dem, was Aristoteles sagt im dritten Hauptstück des Buchs vom Schlaf: „Denn es ist nöthig, sagt er, dass, was verdampft, irgend wohin getrieben und darauf umgewandt (converti) und verändert wird wie der Euripus[2]): denn jeder thierischen Wärme ist es von Natur eigen nach oben getragen zu werden: sobald sie aber in den oberen Orten gewesen ist, so kehrt viel davon wieder zurück und wird nach unten geführt." So Aristoteles."

„Um nun diese Stelle zu erläutern, muss man Folgendes[3]) wissen: Die Gänge des Herzens sind von Natur so angelegt, dass von der Hohlvene aus die Einführung geschieht in die rechte Herzkammer, von wo der Ausgang frei steht in die Lunge. Aus der Lunge giebt es aber noch einen andern Eingang in die linke Herzkammer, von wo der Ausweg frei steht in die Arteria aorta, indem einige Membranen an den Thüren der Gefässe angebracht sind, um den Rückweg zu hindern. Und so findet eine fortwährende Bewegung aus der Hohlvene durch Herz und Lungen in die Arteria aorta statt, wie wir schon in den peripatetischen Fragen auseinander gesetzt haben.

Während nun aber beim Wachen die Bewegung der Lebenswärme nach aussen geht, nämlich nach den Sinneswerkzeugen hin[4]), so geht sie beim Schlaf nach innen (intra), nämlich nach dem Herzen. Man muss annehmen, dass beim Wachen viel Geist und Blut zu den Arterien geführt wird; denn von da geht der Weg zu den Nerven (inde enim in nervos est iter)[5]); dass aber beim Schlafen dieselbe Wärme durch die Venen zum Herzen zurückkehre (eundem calorem per venas reverti ad cor), nicht etwa durch die Arterien: denn der na-

1) An solvitur dubitatio ex eo, quod scribit Aristoteles.

2) Die Meerenge zwischen Euboea und Boeotien, in welcher mehrere Mal des Tages starke Ebbe und Fluth stattfand.

3) Pro cuius loci explicatione illud sciendum est (! —).

4) Cum autem in vigilia motus caloris nativi fiat extra, scil. ad sensoria.

5) Die bei Servet, Colombo, Valverde, Caesalpin immer wiederkehrende Ansicht Galen's.

türliche Eingang in das Herz wird durch die Hohlvene gegeben, nicht durch die Arterie. Als Anzeichen können die Pulse dienen: werden sie doch bei den Aufwachenden stark, heftig, schnell und häufig, mit einer gewissen Erschütterung, während des Schlafes aber sind sie klein, träge, spät und selten, wie uns das 3. Buch von der Ursache des Pulses, Cap. 9 und 10 lehrt. Denn während des Schlafes geht wenig Lebenswärme in die Arterien: in dieselben aber stürzt sie sich heftiger, sobald wir aufwachen. Die Venen aber verhalten sich gerade entgegengesetzt: denn sie schwellen an beim Schlafe, beim Erwachen werden sie dünner, wie man bei den in der Hand befindlichen Venen deutlich erblicken kann. Denn es geht im Schlaf die Lebenswärme aus den Arterien in die Venen über durch die Gemeinschaftlichkeit jener Oeffnungen (per osculorum communionem), welche man[1]) Anastomosen nennt, und von dort in's Herz".

„Wie nun das Ueberströmen des Blutes nach obenwärts und das Zurückströmen nach unterwärts (retrocessus ad inferiora) nach Art des Euripus im Schlaf und Wachen (zusammengenommen) zu Tage liegt, so macht sich eine gleichartige Bewegung deutlich geltend, sobald in irgend einem Theile des Körpers ein Verband angelegt oder auf andere Weise die Venen verschlossen werden. Denn sobald der Durchgang aufgehoben wird[2]), schwellen die Bächlein (rivuli) dort an, wo sie herzufliessen pflegen. Vielleicht strömt zu der Zeit das Blut zu seinem Ursprung zurück (Forte recurrit eo tempore sanguis ad principium), damit es nicht vermöge des Abschnitts erlösche. Denn nicht jede beliebige Venen-Unterbindung führt zur Erstickung, sondern nur die Unterbindung derjenigen, die zum Haupte führen, wegen der Vorzüglichkeit und Grösse" (fol. 233a sq.). . . .

Aus diesen beiden und allen andern einschlägigen Stellen Caesalpin's, sobald man sie nur in ihrem Zusammenhange liest, erhellt, dass Caesalpin ein Rückströmen des Blutes zum Herzen lehrt in den drei Ausnahmefällen, wo es sonst von seiner Quelle ganz abgeschnitten worden wäre, beim Aderlassverband, bei den der Erstickung Nahen und während des Schlafes: in allen andern

---

1) Nämlich Galen.

2) Also in diesem widernatürlichen Fall: circulatio est via contra naturam!

Fällen ist nach Caesalpin die Rückkehr des Blutes zum Herzen unnütz, schädlich und unmöglich.

Caesalpin hat den grossen Kreislauf gekannt, aber nicht in seinem wahren Sinn und Wesen begriffen[1]), wie Aquapendente die Venenklappen kannte, ohne sie zu begreifen. Aber wenn auch Caesalpin weder Harvey's noch Linné's eigentlicher Vorläufer war, so war er doch, und dies glauben wir gezeigt zu haben, einer der geistvollsten und genialsten Polyhistoren[2]), einer der hellsten Sterne Italiens, einer der consequentesten Denker des XVI. Jahrhunderts. Und wenn aus dieser Studie Leben, Charakter und Bedeutung Caesalpin's schärfer und deutlicher zu Tage tritt, als bisher geschah, so ist unser Zweck erreicht.

(Aus dem physiologischen Institut in Zürich.)

Zur Frage über die Lage der Gesichtslinie und die Centrirung der brechenden Flächen im Auge.

Von

M. Ehrnrooth

aus Helsingfors.

Hierzu 1 Holzschnitt.

Für meine physiologisch-optischen Studien im physiologischen Institut in Zürich schlug mir Herr Prof. Hermann, zunächst als Uebungsaufgabe, die folgende Untersuchung vor. Es lag ursprünglich nicht in der Absicht neue Resultate zu gewinnen. Da sich aber Manches ergab, was die bestehenden Angaben und Ansichten

1) Selbst Carl Fuchs, jener begeisterte Lobredner des Andr. Caesalpin 1798 p. 21 giebt das zu und entschuldigt es mit C.'s ingenii fervor.

2) Die Bibliographia curiosa German. 1667 nennt ihn einen der grössten Geister, die je gelebt haben, gross besonders in der Theorie seiner Kunst. Und Teissier (Les éloges des hommes savans. T. IV, p. 489 sq. Leyden 1715) pflichtet dem bei.

ergänzt, resp. berichtigt, so erlaube ich mir die Untersuchung hier mitzutheilen.

Vor dem Beginne meiner Mittheilung fühle ich mich verpflichtet Herrn Prof. Hermann meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen für die theilnehmende und hilfreiche Unterstützung, die er mir allezeit in meinen Studien und insbesondere bei der Ausführung und Abfassung dieser Arbeit hat zu Theil werden lassen.

Stellung der Aufgabe.

Die Lage der Gesichtslinie zur optischen Axe des Auges wurde von Helmholtz[1]) in der Weise bestimmt, dass er diejenige Stellung der Gesichtslinie aufsuchte, bei welcher einem seitlich vor dem Auge befindlichen Beobachter die drei Bilder (Augenreflexe) eines seitlich gegenüber befindlichen Lichtes aequidistant erscheinen, d. h. so, dass der vordere Linsenreflex grade die Mitte zwischen Hornhautreflex und hinterem Linsenreflex einnimmt. Helmholtz argumentirte so, dass er annahm, dass bei symmetrischer Lage von Licht und beobachtendem Auge zur Axe des beobachteten Auges, die drei Bildchen wegen der (ungefähren) Aequidistanz der drei brechenden Flächen, aequidistant stehen würden, woraus folgen würde, dass die Lage der optischen Axe genau in der Mitte zwischen Licht und beobachtendem Auge hindurchgeht, sobald die drei Bildchen aequidistant erscheinen. In Folge dessen betrachtete er die Abweichung zwischen derjenigen Lage der Gesichtslinie, bei welcher die drei Bildchen aequidistant erscheinen, und der Lage des mitten zwischen Licht und Auge hindurchgehenden Durchmessers als die gesuchte Abweichung der Gesichtslinie von der Symmetrielage; dieser Winkel wird bekanntlich in der Ophthalmologie mit α bezeichnet. War nun α auf diese Weise bestimmt, und wurde jetzt der Ort des Lichtes und des beobachtenden Auges vertauscht, so waren die Bilder nicht mehr aequidistant, resp. es musste der Gesichtslinie eine andere Lage gegeben werden als vorher, um Aequidistanz der Bilder von neuem zu erreichen, oder mit anderen Worten, der Winkel α nimmt bei diesem Versuche verschiedenen Werth an, je nachdem das Licht von der Schläfenseite oder von der Nasenseite des beobachteten Auges

1) Physiologische Optik S. 86.

kommt. Ueberhaupt liess sich keine Stellung der Gesichtslinie auffinden, bei welcher eine bestimmte (auch nicht aequidistante) Stellung der 3 Bildchen bei Vertauschen von Licht und Auge mit symmetrischer Umkehrung wiedererschienen wäre. Helmholtz schloss hieraus, dass es keine eigentliche optische Axe des Auges giebt, sondern das Auge nicht streng centrirt ist.

Obwohl ein gewisser Centrirungsmangel des Auges an sich durchaus nichts Unwahrscheinliches hat, wie ja bekanntlich das Auge auch manche andere optische Mängel zeigt, welche für das Sehen ohne grosse Bedeutung sind, und obwohl seither auch auf anderen Wegen Thatsachen gefunden worden sind, welche sich am einfachsten durch die Annahme eines Centrirungsmangels erklären, schien aus Gründen, welche sich aus dem Folgenden ergeben werden, eine Wiederholung des Helmholtz'schen Versuches und eine nochmalige Prüfung des daraus gezogenen Schlusses sehr wünschenswerth.

In der obigen sehr verbreiteten Betrachtung wird nämlich über einen nicht unwesentlichen Punkt, den freilich Helmholtz selber keineswegs übersehen hat (das Wörtchen „etwa" bei Helmholtz drückt diesen Vorbehalt aus), kurz hinweggegangen. Eine genauere Rechnung, betreffend den scheinbaren Ort der 3 Reflexbilder für ein centrirtes Auge und für zur Augenaxe symmetrische Stellung von Licht und beobachtendem Auge, ergiebt (wenn man das Listing'sche schematische Auge zu Grunde legt), dass das vordere Linsenbild unter allen Umständen dem Hornhautbildchen näher liegen muss, als dem hinteren Linsenbildchen, und dass diese Abweichung von der Aequidistanz durch Accommodation für die Nähe vergrössert wird. Um die Bilder aequidistant zu erhalten, muss, wie die Rechnung ergiebt, die Symmetrieaxe nicht in der Mitte zwischen Licht und Auge stehen, sondern von dieser mittleren Lage gegen das Licht hin um einen gewissen Winkel abweichen, welchen wir δ nennen wollen. Nach der leicht zu bestätigenden Entdeckung von Helmholtz weicht die Gesichtslinie nasalwärts von der Augenaxe ab; bezeichnet man die nasale Richtung als die positive, die temporale als die negative, wie wir durchgehends thun wollen, so kann man sagen: α hat einen positiven Werth. Unser δ liegt immer nach dem Lichte hin, so dass also bei nasalem Licht δ sich zu α addirt, bei temporalem sich von ihm subtrahirt, mit anderen Worten, das nach der Helmholtz'schen

Methode bestimmte α muss auch ohne jeden Centrirungsmangel bei nasalem Licht grösser sein, als bei temporalem. Bezeichnet man mit α_n den gefundenen Werth bei nasalem und mit α_t denselben bei temporalem Licht, so ist offenbar der wahre Werth von α gleich $\frac{1}{2}(\alpha_n + \alpha_t)$, und von δ, wie eine leichte Ueberlegung ergiebt, gleich $\frac{1}{2}(\alpha_n - \alpha_t)$. Man sieht hieraus, dass das Helmholtz'sche Resultat, dass α bei nasalem Licht von anderer Grösse erscheint als bei temporalem, sich auch ohne Annahme eines Centrirungsmangels erklären würde, vorausgesetzt dass α bei nasalem Licht grösser, δ also in algebraischem Sinne positiv ist.

Unsere erste Aufgabe musste sein zu untersuchen, ob bei der Helmholtz'schen Bestimmung α bei nasalem oder bei temporalem Licht grösser erscheint. Helmholtz fand bekanntlich in den 3 von ihm mitgetheilten Fällen α bei temporalem Licht grösser, und diese Abweichung, sowohl von unserem Erklärungsversuch, als von unsern thatsächlichen Ergebnissen, machte uns lange Zeit irre, bis wir zufällig, geleitet durch eine Notiz bei Aubert[1]), fanden, dass schon Knapp[2]) in dieser Hinsicht das entgegengesetzte Resultat wie Helmholtz beobachtet, und dass Helmholtz selber die Möglichkeit eines Versehens seinerseits zugegeben hatte. Die zweite Frage war, ob der Werth von δ wirklich in dem oben angegebenen Sinne von der Accommodation sich abhängig zeigt. Beide Fragen wurden, wie die nachfolgenden Angaben zeigen, mit aller Sicherheit in bejahendem Sinne beantwortet.

Berechnung.

Ich führe zunächst die Rechnung an, deren Resultat oben schon kurz angegeben ist.

In der Figur sei mA der (halbe) Durchschnitt der Hornhaut, nB derjenige der vorderen Linsenfläche, C der Scheitel der hinteren Linsenfläche, A, B beziehlich die Scheitel der Hornhaut und der vorderen Linsenfläche, also AD die Axe des als centrirt angenommenen Auges; es sei ferner E ein leuchtender Punkt und EA, EH, EF drei von E ausgehende Strahlen, welche so auf die Hornhaut

1) Physiologie des Auges im Handbuch der gesammt. Augenheilkunde. 2. Bd. S. 423.

2) Archiv für Ophthalmologie. 6. Bd. Abth. II, S. 7.

fallen, dass sie, beziehlich nach den Brechungen an *mA* und *nB*, auf die Scheitel der drei Flächen treffen. *EA* geht also direct zum Hornhautscheitel, *EH* trifft nach Einer Brechung den vorderen Linsenscheitel *B*; *EF* trifft nach zwei Brechungen bei *F* und *G* den hinteren Linsenscheitel *C*. Es leuchtet ein, dass diese drei Strahlen, wenn sie an den Punkten *A*, *B*, *C* so reflectirt werden, dass der rückkehrende Strahl gleichen Winkel mit der Axe bildet wie der einfallende, dem Einfall vollkommen symmetrisch aus dem Auge zurückkehren, und schliesslich sich wieder in einem Punkt *E'* vereinigen müssen, welcher *E* genau symmetrisch gegenüber liegt. Ein in *E'* befindliches Auge erhält also das zurückkehrende Licht in den Richtungen *A'E'*, *H'E'*, *F'E'*, welche man erhält wenn man die Figur noch einmal nach rechts wiederholt. Von jetzt an wollen wir annehmen, dass das Licht von *E'* komme, das Auge in *E* sei, also das von *E'* ausgehende Licht in den Richtungen *AE*, *HE*, *FE*, empfange. Das Auge *E* sieht also die 3 Reflexbilder in den 3 bezeichneten Richtungen, und zwar kann ihr scheinbarer Abstand von einander ausgedrückt werden durch die Grösse der Winkel $FEH = \lambda$ und $HEA = \mu$; sind beide Winkel gleich, so erscheinen die Bilder aequidistant. Es gilt also die Winkel λ und μ zu berechnen.

Nennen wir *m* das Brechungsverhältniss an der vorderen

Hornhautfläche $\left(m = \frac{103}{77}\right)$, und n das Brechungsverhältniss an der vorderen Linsenfläche $\left(\text{für das schematische Auge } n = \frac{16}{11} \cdot \frac{77}{103} = \frac{112}{103}\right)$, so ergiebt sich aus dem Brechungsgesetz

$$\sin \gamma = n \sin \delta \tag{1}$$
$$\sin \alpha = m \sin \beta \tag{2}$$
$$\sin \eta = m \sin \vartheta \tag{3}$$

worin α, β, γ, δ, η, ϑ die aus der Figur sich ergebenden vorkommenden Brechungswinkel sind. Wir nehmen ferner an, dass entsprechend dem Listing'schen schematischen Auge der Krümmungsmittelpunkt der Hornhaut zusammenfällt mit dem hinteren Linsenscheitel C, so dass $CA = CH = CF = r$ Hornhautradien sind; der Krümmungsmittelpunkt der vorderen Linsenfläche dagegen liege in D, so dass $DB = DG = R$ Radien der vorderen Linsenfläche sind. Den von D aus gemessenen Winkel, zwischen dem Einfallsloth und der Axe nennen wir ε. Endlich sei BC, d. h. die Dicke der Linse $= d$, also $CD = R - d$. Es ergiebt sich nun aus dem Dreieck CDG

$$CG = \sqrt{R^2 + (R-d)^2 - 2R(R-d)\cos \varepsilon} \tag{4}$$

und ferner

$$\sin \delta : \sin \varepsilon = R - d : CG$$

woraus folgt:

$$\sin \delta = \frac{\sin \varepsilon}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{R-d}\right)^2 - 2\left(\frac{R}{R-d}\right)\cos \varepsilon}} \tag{5}$$

Im Dreieck CGF ist der stumpfe Winkel $CGF = 180^0 - \gamma + \delta$, so dass

$$\sin \beta : \sin(\gamma - \delta) = CG : r$$

also (vergl. 4)

$$\sin \beta = \sin(\gamma - \delta) \frac{\sqrt{R^2 + (R-d)^2 - 2R(R-d)\cos \varepsilon}}{r}$$

oder

$$\sin \beta = \frac{R-d}{r} \cdot \sin(\gamma - \delta) \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{R}{R-d}\right)^2 - 2\frac{R}{R-d}\cos \varepsilon} \tag{6}$$

Wird ferner der einfallende Strahl EF bis zur Axe verlängert (FL), ebenso seine gebrochene Fortsetzung FG (GJ) und setzen wir den Winkel $ELA = \zeta$, so ergiebt sich aus dem Drei-

eck LFJ, in welchem offenbar der Winkel $LFJ = \alpha - \beta$ und $LJF = \gamma + \varepsilon$ ist,

$$\zeta = \alpha - \beta + \gamma + \varepsilon \tag{7}$$

Weiter bezeichnen wir die Länge CE, d. h. den geradlinigen Abstand des leuchtenden Punktes vom hinteren Linsenscheitel, mit c, und ferner den Winkel, den diese Linie mit der Axe einschliesst, d. h. den Winkel ECA, mit φ. Aus dem Dreieck EFC ergiebt sich nun, da Winkel $FEC = \zeta - \varphi$ und Winkel $CFE = 180^0 - \alpha$,

$$\sin(\zeta - \varphi) = \frac{r}{c} \sin \alpha \tag{8}$$

Durch c und φ ist die Lage des leuchtenden Punktes E zum Auge vollständig bestimmt, und die Gleichungen 1—8 enthalten alle nothwendigen Beziehungen, um aus c und φ die Winkel α, β, γ, δ, ε zu berechnen. Da jedoch diese Berechnung auf complicirte Gleichungen höheren Grades führen würde, so ist es viel zweckmässiger, umgekehrt Annahmen für die Werthe von ε zu machen, und aus diesen die übrigen Winkel bis zu φ zu berechnen. Man berechnet zunächst aus ε den Werth von δ mittelst Gleichung 5, hieraus γ mittelst Gleichung 1, hieraus β mittelst Gleichung 6, α mittelst Gleichung 2, endlich ζ mittelst Gleichung 7 und φ mittelst Gleichung 8. Indem man eine genügende Anzahl Werthe für ε zu Grunde legt und ferner c genügend variirt, erhält man eine genügende Anzahl von Lagen des leuchtenden Punktes und für jeden den vollständigen Verlauf des hintersten Strahles $EFGC$.

Um weiter für jede Lage des leuchtenden Punktes auch die Lage des zweiten Strahles EHB zu finden, verfährt man folgendermassen: es sei der Winkel zwischen seinem Einfallsloth CH und der Axe $= \varkappa$, ferner sein Einfallswinkel wie schon angeführt η, und sein Brechungswinkel ϑ, also der Winkel EKA, welchen der bis zur Axe verlängerte Strahl mit dieser einschliesst, $= \eta + \varkappa$. Es ist nun im Dreieck BCH

$$BH = \sqrt{r^2 + d^2 - 2rd \cos \varkappa}$$

und

$$\sin \vartheta : \sin \varkappa = d : BH$$

also

$$\sin \vartheta = \frac{\sin \varkappa}{\sqrt{1 + \left(\frac{r}{d}\right)^2 - 2\frac{r}{d} \cos \varkappa}} \tag{9}$$

Ferner ist (vergl. 3)

$$\sin \eta = m \sin \vartheta \tag{10}$$

Im Dreieck ECH ist ferner der Winkel $ECH = \varphi - x$ und Winkel $CEH = \eta - \varphi + x$, folglich

$$\frac{r}{c} = \frac{\sin(\eta - \varphi + x)}{\sin \eta} = \cos(\varphi - x) - ctg\, \eta \sin(\varphi - x)$$

Da ferner $\qquad ctg\, \eta = \dfrac{\sqrt{1 - \sin^2 \eta}}{\sin \eta}$

und (nach 9 und 10)

$$\sin \eta = \frac{m \sin x}{\sqrt{1 + \left(\frac{r}{d}\right)^2 - 2\frac{r}{d}\cos x}}.$$

so erhält man nach einigen Umformungen die Gleichung:

$$\cos(\varphi - x) - \frac{\sin(\varphi - x)}{m \sin x}\sqrt{1 + \left(\frac{r}{d}\right)^2 - 2\frac{r}{d}\cos x - m^2 \sin^2 x} = \frac{r}{c} \tag{11}$$

In dieser Gleichung sind alle Grössen ausser x bekannt. welches daraus am besten nach der Näherungsmethode zu berechnen ist. Aus x findet man weiter mittelst der Gleichungen 9 und 10 den Werth von η und ϑ, womit die Aufgabe für den zweiten Strahl erfüllt ist.

Um schliesslich auch den ersten, an der Hornhaut reflectirten Strahl EA zu berechnen, welcher mit der Axe den Winkel $EAM = \xi$ einschliesst, beachte man, dass, wenn EM ein auf die Axe gefälltes Loth ist, sich ergiebt:

$$EM = c \sin \varphi \quad \text{und} \quad CM = c \cos \varphi$$

also

$$AM = c \cos \varphi - r,$$

so dass

$$tg\, \xi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi - \frac{r}{c}} \tag{12}$$

Nachdem so auch ξ berechnet ist, ist es leicht die beiden Sehwinkel λ und μ zwischen den 3 Spiegelbildchen zu berechnen; es ist nämlich offenbar

$$\lambda = \eta + x - \zeta \tag{13}$$

und

$$\mu = \xi - (\eta + x) \tag{14}$$

Aus Vorstehendem ergiebt sich, dass die Lage des leuchtenden Punktes durch c und φ gegeben ist; unsere Berechnungsweise aber bringt es mit sich, dass unabhängige Annahmen für φ nicht

gemacht werden, sondern nur für ε. Sollen also für zwei Zustände des Auges mit gleicher Lage des leuchtenden Punktes die Lage der Spiegelbildchen verglichen werden, so können wir nicht, wie es eigentlich sein sollte, in den zu vergleichenden Fällen ε und φ gleich machen, sondern sind darauf angewiesen eine so grosse Reihe von ε-Werthen zu Grunde zu legen, dass unter den davon abhängigen φ-Werthen sich hinreichend übereinstimmende befinden.

Wir ordnen nun zunächst die Resultate sämmtlicher von uns berechneten Fälle einfach nach den Werthen von ε. Die Resultate sind nur Näherungswerthe (wegen Gleichung 11). Die Werthe von φ sind nur auf Minuten, die von λ und μ zum Theil auf Secunden, zum Theil nur auf je 10 Secunden berechnet.

1. Tabelle.

Ruhendes Auge.

$$r = 8,\quad R = 10,\quad d = 4\text{ mm.}\quad m = \frac{103}{77},\quad n = \frac{112}{103}.$$

$\varepsilon =$	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
				$c = 200$ mm.				
$\varphi =$	13° 9′	25°46′	37°26′	47°59′	57°25′	65°49′	73°19′	80° 3′
$\lambda =$	16′58″	33′10″	46′ 1″	55′28″	63′43″	71′49″	73′38″	75′35″
$\mu =$	14′30″	28′40″	37′ 0″	44′ 0″	48′40″	48′30″	51′10″	51′ 0″
$\lambda - \mu =$	2′28″	4′30″	9′ 1″	11′28″	15′ 3″	23′19″	22′28″	24′35″
$\frac{\lambda}{\mu} =$	1,16	1,15	1,25	1,26	1,31	1,48	1,42	1,48
				$c = 100$ mm.				
$\varphi =$	13° 8′	25°43′	37°23′	47°54′	57°19′	65°41′	73°10′	79°53′
$\lambda =$	37′ 0″	67′30″	94′31″	115′ 0″	130′ 5″	143′20″	152′18″	155′25″
$\mu =$	30′ 0″	56′40″	76′50″	91′ 0″	99′38″	101′49″	100′30″	99′ 0″
$\lambda - \mu =$	7′ 0″	10′50″	17′41″	24′ 0″	30′27″	41′31″	51′48″	66′25″
$\frac{\lambda}{\mu} =$	1,23	1,19	1,25	1,26	1,30	1,40	1,50	1,57

2. Tabelle.

Accommodirtes Auge.

$R = 6$, $d = 5$ mm. Sonst Alles wie vorher.

$\varepsilon =$	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
				$c = 200$ mm.				
$\varphi =$	6° 6'	12°11'	18°15'	24°16'	30°14'	36° 8'	41°59'	47°44'
$\lambda =$	10'20"	20'30"	30' 4"	39'22"	49' 0"	57' 0"	65'40"	72'50"
$\mu =$	4'40"	9'20"	14'16"	18'38"	22' 0"	25'50"	29' 0"	34'50"
$\lambda - \mu =$	5'40"	11'10"	15'48"	20'44"	27' 0"	31'10"	36'40"	38' 0"
$\frac{\lambda}{\mu} =$	2,20	2,20	2,12	2,11	2,20	2,20	2,20	2,09
				$c = 100$ mm.				
$\varphi =$	6° 6'	12°11'	18°15'	24°16'	30°13'	36° 7'	41°58'	47°43'
$\lambda =$	21' 0"	42' 0"	61'40"	81'30"	99'50"	114'40"	133'30"	148'20"
$\mu =$	10'30"	20'20"	30'30"	38'50"	47'10"	57'30"	59'30"	63'40"
$\lambda - \mu =$	10'30"	21'40"	31'10"	42'40"	52'40"	57'10"	74' 0"	84'40"
$\frac{\lambda}{\mu} =$	2,00	2,06	2,02	2,10	2,11	2,00	2,25	2,34

Schon ohne Weiteres ergeben sich folgende Resultate:

1. Es ist durchweg $\lambda > \mu$, welches Resultat der obigen Betrachtung zu Grunde liegt. 2. Für gleiche Werthe von c wachsen λ und μ mit φ, d. h. wenn das Licht in einem Kreisbogen um das Auge herum bewegt wird, so entfernen sich die Spiegelbildchen von einander mit zunehmender Seitlichkeit des Lichtes. 3. Es wird auch gleichzeitig ihre Abstandsdifferenz grösser, während das Verhältniss ihrer Distanzen sich kaum ändert. 4. Bei gleichem Incidenzwinkel φ werden λ und μ mit zunehmender Entfernung kleiner, d. h. mit zunehmender Entfernung des Lichtes rücken die Bildchen aneinander.

Ordnen wir nun die Resultate, um das ruhende und accommodirte Auge zu vergleichen, bei gleichen c nach möglichst übereinstimmenden φ (s. oben), so ergiebt sich folgendes:

3. Tabelle.

$c = 200$ mm.

a) Ruhendes Auge.

$\varphi =$	13°9'10"	25°45'30"	37°26'0"	47°59'0"
$\lambda =$	16'58"	33'10"	46' 0"	55'28"
$\mu =$	14'30"	28'40"	37' 0"	44' 0"
$\lambda - \mu =$	2'28"	4'30"	9' 0"	11'28"
$\frac{\lambda}{\mu} =$	1,16	1,15	1,25	1,26

b) Accommodirtes Auge.

$\varphi =$	12°11'10"	24°16'10"	36°8'20"	49°43'52"
$\lambda =$	20'30"	39'20"	57' 0"	72'50"
$\mu =$	9'20"	18'40"	25'50"	34'50"
$\lambda - \mu =$	11'10"	20'40"	32'10"	38' 0"
$\frac{\lambda}{\mu} =$	2,2	2,11	2,2	2,09

$c = 100$ mm.

a) Ruhendes Auge.

$\varphi =$	13°8'20"	25°43'20"	37°22'30"	47°54'20"
$\lambda =$	37' 0"	67'30"	94'30"	115' 0"
$\mu =$	30' 0"	50'40"	76'50"	91' 0"
$\lambda - \mu =$	7' 0"	10'50"	17'40"	24' 0"
$\frac{\lambda}{\mu} =$	1,23	1,19	1,25	1,26

b) Accommodirtes Auge.

$\varphi =$	12°10'50"	24°15'30"	36°7'20"	47°42'30"
$\lambda =$	42' 0"	81'30"	114'40"	148'20"
$\mu =$	20'20"	38'50"	57'30"	63'40"
$\lambda - \mu =$	21'40"	42'40"	57'10"	84'40"
$\frac{\lambda}{\mu} =$	2,06	2,10	2,00	2,34

Die dritte Tabelle enthält die Zusammenstellung der Werthe für das ruhende und accommodirte Auge, und zwar so, dass die Rechnungen, welche auf annähernd gleiche φ kommen, unter einander stehen. Aus dieser Tabelle ist folgendes ersichtlich: 1) die Gesetze für das ruhende Auge gelten auch für das accommodirte; 2) die Ungleichheit von λ und μ, sowohl die absolute, als die relative, ist am accommodirten Auge fast zweimal so grossa ls am ruhenden, für entsprechende Werthe von φ und c[1]). Die Zunahme dieser Ungleichheit beruht darauf, dass λ durchweg grösser und μ durchweg kleiner wird als die entsprechenden Werthe des ruhenden Auges, was auch wegen des Vorrückens der vorderen Linsenfläche begreiflich ist und ja auch beim Purkinje-Sanson'schen Versuch die bekannte Erscheinung verursacht.

1) Ferner ist bei ruhendem Auge $\lambda - \mu < \mu$, bei accommodirtem $\lambda - \mu > \mu$.

Untersuchungsmethode.

Die Beobachtung geschieht in einem dunkeln Raum. Der Kopf ist mit dem Hering'schen Kopfhalter fixirt, indem sich die Stirn an einen Fortsatz des Kopfhalters anlehnt und der Kopf mit den Zähnen in ein mit Siegellack versehenes Zahnbrettchen einbeisst. Vor dem zu Untersuchenden wird eine verticale schwarze Blechplatte aufgestellt (33 cm hoch und 45,5 cm breit), mit einem horizontalen Schlitz in der Höhe des Auges. In dem Schlitz befindet sich jederseits ein verschiebbarer Blechstreifen, jeder dieser Blechstreifen hat an seinem inneren Ende eine runde Oeffnung; unmittelbar hinter dieser Oeffnung befindet sich abwechselnd das Licht und das beobachtende Auge. Der Schlitz ist seiner Länge nach in Centimeter eingetheilt, zur Einstellung der Oeffnungen, und der Lage des Visirzeichens (s. unten). Als Flamme wird eine Gaslampe benutzt, welche mit einem schwarzen Cartoncylinder fast ganz umschlossen ist; ausserdem ist eine verticale Platte, welche die Höhe des Hauptblechs hat, und einen rechten Winkel mit demselben bildet, an diesem verschiebbar zum Schutz gegen das seitliche Licht der Lampe angebracht. Als Visirzeichen dient ein unten beschwerter Faden, welcher am oberen Rande der Blechplatte aufgehängt und längs derselben verschiebbar ist; ausserdem noch zwei verschiebbare Visirzeichen in zwei verschiedenen Entfernungen vom Auge; das eine an der gegenüberliegenden Wand, 328,5 cm entfernt, das andere an einer vertical parallel aufgestellten Visirplatte. Auch diese zwei Flächen sind mit Theilungen versehen.

Einstellung.

Die Hauptplatte wird senkrecht zur 0-Linie des Blicks eingestellt: Durch den horizontalen Schlitz wird eine schmale Visirplatte gesteckt, welche an ihren beiden Enden, vor und hinter dem Schlitz, mit Visirnadeln versehen ist. Diese Platte kann mittelst einer einfachen Vorrichtung parallel mit sich selber längs des Schlitzes verschoben werden, so dass die Verbindungslinie beider Nadeln stets senkrecht zur Ebene des Blechs bleibt. Sie wird nun so eingestellt, dass sie zugleich mit dem 0-Punkt des Schlitzes zusammenfällt, und nun wird das Blech so lange verschoben, bis die beiden Visirnadeln sich für das gradeaus schauende Auge decken. Die 0-Punkte der übrigen Theilungen werden in ihrer Lage zu

den zufälligen Punkten der Theilung so bestimmt, dass das betreffende Visirzeichen bis zur Deckung mit den Visirnadeln (für das Auge des Beobachteten) verschoben wird. Soll noch auf geringere Entfernung als die des Blechs eingestellt werden, so dient dazu eine Visirnadel, welche längs einer dem Hauptbrett parallelen Leiste verschiebbar ist; dieselbe hat keine Theilung, sondern die jedesmalige Stellung der Nadel wird durch Berechnung gefunden, indem man das Visirzeichen der Hauptplatte so lange verschiebt, bis es sich für das beobachtete Auge mit der Visirnadel deckt. Die Entfernungen der drei resp. vier Versuchsebenen vom Hornhautscheitel des beobachteten Auges werden jedesmal mittelst eines Meterstabs bestimmt. Nachdem man dem beobachtenden Auge und dem Lichte zwei zum 0-Punkte symmetrische Stellungen ertheilt hat, sieht man die 3 Bildchen sehr deutlich erscheinen. Sie sind nie aequidistant und man kann, um die Aequidistanz herzustellen, entweder das Visirzeichen oder den Ort des beobachtenden Auges verschieben. Anfangs wandten wir beide Methoden an, verliessen jedoch später die Methode mit festem Visirzeichen, weil die Resultate dadurch getrübt sind, dass bei derselben die Entfernungen des Lichtes und des beobachtenden Auges vom beobachteten Auge ungleich werden, während dieselben mit dem beweglichen Visirzeichen stets einander gleich bleiben. (Auch die zweite Visirplatte ist durch einen horizontalen Schlitz durchbrochen, welcher gestattet auf die entferntere Theilung zu visiren.)

Nachdem für eine bestimmte Entfernung vom beobachteten Auge und für eine bestimmte Lage des Lichtes und des beobachtenden Auges diejenige Lage des Visirzeichens gefunden ist, für welche die Bildchen aequidistant sind, wird bei unveränderter Lage Licht und Auge vertauscht und der Blick mittelst des Visirzeichens verschoben, bis wieder Aequidistanz vorhanden ist. Dasselbe Versuchspaar wird bei veränderter Entfernung der Visirzeichen wiederholt, ferner wird die ganze Versuchsreihe wiederholt mit grösserem und kleinerem Incidenzwinkel φ. Die gefundenen Lagen der Visirzeichen werden nach ihrem Abstande vom 0-Punkte der betreffenden Visirplatte in Centimetern gemessen und diese Entfernung, dividirt durch die Entfernung des 0-Punktes vom beobachteten Auge, ist die trigonometrische Tangente des Winkels α. Nennt man den so gefundenen Rohwerth α_n und α_t, je nachdem das Licht von der nasalen oder temporalen Seite einfällt, so er-

hält man den wahren Werth von α (vgl. oben S. 393) aus $\alpha = \frac{1}{2}(\alpha_n + \alpha_t)$, während $\delta = \frac{1}{2}(\alpha_n - \alpha_t)$. Die Tangente des Winkels φ ergiebt sich einfach aus dem Quotienten der Entfernung der Visirlöcher vom 0-Punkt der Visirplatte, dividirt durch deren Entfernung vom beobachteten Auge.

Die Bestimmung der Genauigkeit des Verfahrens ergiebt sich aus den Schwankungen der Winkelwerthe (α_n und α_t) bei unmittelbarer Wiederholung des gleichen Versuches und noch mehr bei Wiederholung desselben zu einer anderen Zeit.

Alle hier angeführten Untersuchungen sind an intelligenten Individuen gemacht, welche uns möglichst genaue Angaben über die Einstellung der Visirzeichen (was von grosser Bedeutung ist), und ihres Nahpunktes geben konnten. Das letztere war nothwendig um den Einfluss der Accommodation auf den Winkel δ zu bestimmen. Trotzdem aber weichen die äussersten Bestimmungen vom Mittelwerthe zuweilen bis zu einem Grade nach oben oder unten ab; die Ungenauigkeit scheint bei dem accommodirten Auge grösser zu sein, was wahrscheinlich von dem activen Zustande desselben herrührt, indem es ermüdet.

4. Tabelle. (Die Bedeutung der Vorzeichen s. S. 392 und 393.)

Versuchsperson W. S. (Myopie).

Auge.	Entfernung des Visirzeichens.	c	φ	α_n	α_t	α	δ
Rechtes	74 mm	136 mm	22°48'	+ 8°28'	+ 3°52'	+ 6°10'	+ 2°18'
"	119 "	"	"	+ 6°42'	+ 4°19'	+ 5°30'	+ 1°11'
"	539 "	"	"	+ 5°18'	+ 4°14'	+ 4°46'	+ 32'
Linkes	85 "	140 mm	22° 8'	+ 7°22'	+ 2°41'	+ 5° 1'	+ 2°20'
"	128 "	"	"	+ 6°30'	+ 3°43'	+ 5° 6'	+ 1°23'
"	561 "	"	"	+ 3°34'	+ 2°45'	+ 3° 9'	+ 25'
M. v. G. (Emmetropie).							
Rechtes	158 mm	175 mm	20°48'	+10°24'	+ 5° 4'	+ 7°44'	+ 2°40'
"	683 "	"	"	+ 8° 5'	+ 4°31'	+ 6°18'	+ 1°47'
"	3285 "	"	"	+ 8°24'	+ 5°29'	+ 6°26'	+ 1°27'
Linkes	152 "	171 mm	21°33'	+11°53'	+ 4°31'	+ 8°12'	+ 3°41'
"	667 "	"	"	+10°22'	+ 7°41'	+ 9° 1'	+ 1°20'
"	3285 "	"	"	+ 9°51'	+ 7°22'	+ 8°36'	+ 1°14'

A. B. (Emmetropie).

Auge.	Entfernung des Visirzeichens.	c	φ	α_n	α_t	α	δ
Rechtes	140 mm	149 mm	19°39′	+ 7°56′	+ 5°18′	+ 6°37′	+ 1°19′
„	680 „	„	„	+ 7°37′	+ 5°58′	+ 6°47′	+ 49′
„	3285 „	„	„	+ 5°49′	+ 6°31′	+ 6°10′	— 21′
Linkes	157 „	165 mm	17°40′	+ 9° 3′	+ 6°11′	+ 7°37′	+ 1°26′
„	667 „	„	„	+ 6°50′	+ 6°25′	+ 6°37′	+ 12′
„	3285 „	„	„	+ 6°36′	+ 6° 5′	+ 6°20′	+ 15′
			R. L. (Schwache Myopie).				
Rechtes	133 mm	141 mm	20°36′	+ 8°33′	+ 3°52′	+ 6°13′	+ 2°21′
„	679 „	„	„	+ 6° 8′	+ 4°33′	+ 5°21′	+ 47′
„	3285 „	„	„	+ 5° 3′	+ 4°21′	+ 4°42′	+ 21′
			A. v. G. (Emmetropie).				
Rechtes	137 mm	153 mm	20° 3′	+ 9°20′	+ 5° 0′	+ 7°10′	+ 2°10′
„	673 „	„	„	+ 7°52′	+ 5°21′	+ 6°36′	+ 1°10′
„	3285 „	„	„	+ 7°27′	+ 5°44′	+ 6°35′	+ 51′
Rechtes	137 „	171 mm	33°18′	+ 9°32′	+ 4°10′	+ 6°51′	+ 2°41′
„	673 „	„	„	+ 8°52′	+ 5°44′	+ 7°18′	+ 1°34′
„	3285 „	„	„	+ 8°44′	+ 6° 0′	+ 7°22′	+ 1°22′
Linkes	145 „	161 mm	19° 2′	+ 8°49′	+ 5°31′	+ 7°10′	+ 1°39′
„	692 „	„	„	+ 7°15′	+ 5° 2′	+ 6° 8′	+ 1° 6′
„	3285 „	„	„	+ 7° 7′	+ 5°13′	+ 6°10′	+ 57′
			L. S. (Emmetropie).				
Rechtes	140 mm	149 mm	19°39′	+ 8°20′	+ 3°41′	+ 6° 1′	+ 2°20′
„	„	152 „	23° 7′	+ 8° 8′	+ 3° 4′	+ 5°36′	+ 2°32′
„	„	156 „	26°34′	+ 8°32′	+ 2°40′	+ 5°36′	+ 2°56′
„	„	161 „	29°45′	+ 8°56′	+ 2°27′	+ 5°42′	+ 2°15′
Rechtes	620 mm	149 mm	19°39′	+ 7°10′	+ 3°36′	+ 5°23′	+ 1°47′
„	„	152 „	23° 7′	+ 7°48′	+ 3° 3′	+ 5°26′	+ 2°23′
„	„	156 „	26°34′	+ 7°48′	+ 2°46′	+ 5°17′	+ 2°31′
„	„	161 „	29°45′	+ 7°48′	+ 2°46′	+ 5°17′	+ 2°31′
Rechtes	3285 mm	149 mm	19°39′	+ 5°55′	+ 2°58′	+ 4°27′	+ 1°29′
„	„	152 „	23° 7′	+ 6° 5′	+ 2°58′	+ 4°32′	+ 1°34′
„	„	156 „	26°34′	+ 6°36′	+ 3°14′	+ 4°55′	+ 1°41′
„	„	161 „	29°45′	+ 6°46′	+ 3°29′	+ 5° 8′	+ 1°39′
„	„	166 „	32°44′	+ 7° 7′	+ 3°29′	+ 5°18′	+ 1°49′

Bei allen diesen Versuchspersonen und noch bei vielen anderen, die hier nicht aufgeführt sind, wurde durchweg beobachtet, dass bei gleichem φ, besonders nach Einstellung auf Aequidistanz, die 3 Spiegelbildchen näher aneinander gerückt sind, wenn das Licht von der nasalen, als wenn es von der temporalen Seite

kommt. Bei der Accommodation ist dieser Unterschied in der Distanz der 3 Bildchen von beiden Seiten noch augenfälliger, die Grösse dieser Differenz ist jedoch individuell sehr verschieden.

Um den äussersten Grad der Accommodationsabspannung zu erhalten, wurde in einer Anzahl von Fällen nach vorheriger Eintröpfelung von Homatropin auf die Ferne eingestellt. Diese Versuche, welche im Vorstehenden nicht mit aufgenommen sind, ergaben das zu erwartende Resultat, nämlich den kleinsten Werth von δ und den geringsten Unterschied in der Distanz der aequidistanten Bilder bei beiderseitiger Lichtlage.

Schlussbetrachtung.

Die vorstehenden Versuche ergeben durchweg (mit einer verschwindenden Ausnahme) algebraisch positive Werthe von δ, d. h. α erscheint bei nasalem Lichte grösser als bei temporalem. So fand es auch Knapp, und seine Vermuthung, dass in Helmholtz's Angaben ein Versehen untergelaufen ist, erscheint hiernach gerechtfertigt.

Es ist nun zu entscheiden, ob der beobachtete Werth von δ sich aus der berechneten Differenz von λ und μ erklärt, oder zur Annahme einer Centrirungsabweichung nöthigt. Eine einfache Construction ergiebt, dass um λ zu verkleinern und μ zu vergrössern, was für Erreichung der Aequidistanz der Spiegelbilder nöthig ist, eine Drehung der Augenaxe nach dem Lichte hin stattfinden muss. Wir sehen aber in der That, dass um Aequidistanz zu erreichen, das Auge immer dem Lichte zugewandt werden musste um den Winkel δ, so dass α um δ vergrössert erschien, wenn das Licht nasal stand, verkleinert dagegen, wenn es temporal stand. Der Richtung nach erklärt sich also die Differenz der Werthe von α bei Vertauschung von Licht und Beobachter aus der Differenz von λ und μ.

Um zu sehen ob die erstere Differenz sich auch der Grösse nach aus der letzteren erklärt, wäre zu untersuchen, um welchen Winkel das Auge nach dem Lichte hin zu drehen ist, damit $\lambda = \mu$ werde und ob dieser Winkel etwa mit dem beobachteten δ übereinstimmt. Diese Rechnung kann für das ruhende Auge noch einigermassen annähernd ausgeführt werden und ergiebt wirklich für den gesuchten Winkel Werthe, welche den gefundenen δ-Werthen nahestehen, oder wenigstens mit denselben von gleicher Ordnung

sind. Für das accommodirte Auge gestaltet sich die Rechnung so complicirt, dass wir sie nicht ausgeführt haben. Jedenfalls lässt sich soviel ersehen, dass hier die für Aequidistanz der Bilder erforderliche Drehung bedeutend grösser sein muss, als für das ruhende, und dies stimmt sehr gut zu unserm empirischen Ergebniss, dass δ mit zunehmender Accommodation bedeutend wächst.

Wir kommen also zu dem Resultat, dass die bei der Helmholtz'schen Methode gefundene Verschiedenheit des Winkels α bei Vertauschung von Licht und Beobachter sich genügend aus den Versuchsbedingungen erklärt, und nicht zur Annahme einer Centrirungsabweichung nöthigt. Freilich ist die Möglichkeit letzterer nicht etwa durch unsre Untersuchung ausgeschlossen[1]), wenigstens einer solchen von geringem Betrage, wie sie nach anderen Methoden festgestellt zu sein scheint. Ja wir haben sogar nebenbei eine neue Thatsache gefunden, welche kaum anders als durch eine kleine Centrirungsabweichung erklärbar ist, nämlich den oben S. 404 f. erwähnten Umstand, dass bei den meisten Augen die jedesmal auf Aequidistanz eingestellten 3 Bildchen im Ganzen bei nasalem Licht etwas näher aneinandergerückt sind, als bei temporalem. Dieser interessante Umstand würde, auf Centrirungsabweichung bezogen, bedeuten, dass der Krümmungsmittelpunkt der Hornhaut ein wenig temporalwärts von der Linsenaxe liegt. (Man findet dies durch Construction, noch besser aber durch Versuche mit einem künstlichen Auge, dessen Linse schief gestellt wird, und mit welchem wir an unsrer Vorrichtung Versuche analog den oben beschriebenen anstellten.) Dass dieser Umstand auf Centrirungsmangel beruht, wird auch durch sein sehr verschiedenes Hervortreten und gelegentliches Fehlen bei verschiedenen Versuchspersonen angedeutet, während der Winkel δ eine sehr übereinstimmende Grösse bei allen Individuen zeigte. Grade solche Mängel des Auges wie Unvollkommenheiten der Centrirung sind gewiss individuell sehr verschieden entwickelt.

---

1) Unsre Betrachtung ist nicht absolut genau, und hat auch z. B. die Ellipticität des Hornhautschnittes und die Schichtung der Linse nicht in Betracht gezogen.

Die Grösse der Flugflächen.

Von

Dr. **Karl Müllenhoff**

in Berlin.

Hierzu 5 Holzschnitte.

Bei den Untersuchungen über die Flugbewegung hat man stets mit besonderer Aufmerksamkeit die Muskulatur der Flugthiere und die Grösse der beim Fluge verwendeten Flächen untersucht.

Namentlich der zweite Gegenstand der Untersuchung ist ausserordentlich vielfach behandelt worden; die Resultate dieser Untersuchungen waren indessen vielfach so sonderbar, die der verschiedenen Forscher stimmten so wenig zusammen, dass eine erneute Untersuchung dieser für das Verständniss der Flugbewegung sehr wichtigen Frage wünschenswerth schien.

A. Aeltere Untersuchungen

über die Beziehung zwischen Körpergewicht und Flugfläche. Berechnet nach dem Verhältnisse F/P.

Der erste, der eingehende Untersuchungen über die Grösse der Flügelflächen bei den verschiedenen Thieren anstellte, war De Lucy. Derselbe giebt in seinem im Jahre 1865 in der Presse scientifique des deux mondes erschienenen Aufsatze „Le vol des oiseaux, chauve-souris et insectes“ eine Anzahl von Bestimmungen der Flügeloberfläche und des Gewichtes verschiedener fliegender Thiere. Aus den durch diese Messungen und Wägungen erhaltenen Zahlenwerthen suchte er sodann das von ihm vermuthete gesetzmässige Zahlenverhältniss zwischen der Grösse der Flügel und dem Körpergewichte in der Art zu berechnen, dass er die

durch seine Messungen und Wägungen erhaltenen Zahlen miteinander dividirte. Bezeichnet P das Körpergewicht in Grammen, f die Grösse der Unterfläche der beiden Flügel, so berechnet De Lucy die Grösse der Flügelfläche, die auf ein Gramm kommt nach der Formel f/P.

Der Quotient f/P ist nun, wie De Lucy zeigte, im allgemeinen bei kleinen Thieren bedeutend grösser als bei grossen. De Lucy stellte deswegen das Gesetz auf, dass „ein Thier verhältnissmässig um so kleinere Flugflächen besitze, je grösser es ist."

Dieses von De Lucy aufgestellte „Gesetz" ist indessen keineswegs in dem Sinne aufzufassen, dass das Gewicht und die relative Flügelgrösse etwa umgekehrt proportional seien. Ein Blick auf die Tabelle De Lucy's zeigt, dass die Beziehung zwischen den beiden Zahlenreihen für P und f/P keineswegs eine so einfache ist.

Das Resultat De Lucy's ist demgemäss ein recht wenig befriedigendes. Trotzdem wurde es fast unverändert aufgenommen von Pettigrew. In seinem Werke über die Ortsbewegung der Thiere fügte Pettigrew in Bezug auf das Verhältniss zwischen Flügelfläche und Gewicht zur Tabelle De Lucy's nur einige wenige und dabei recht oberflächliche Messungen hinzu; er förderte somit in diesem sonst zahlreiche neue Beobachtungen und Betrachtungen enthaltenden Werke die Erkenntniss der Frage nach der Grösse der Flugflächen sehr wenig. Einen Versuch, die von De Lucy aufgefundene Regelmässigkeit zu erklären, machte er nicht. Ja er leugnete sogar, trotzdem er De Lucy citirt und ihm im allgemeinen zustimmt, dass eine bestimmte Beziehung zwischen dem Gewichte eines fliegenden Thieres und seiner Flügelfläche bestehe.

Einen Versuch, dass von De Lucy aufgestellte „Gesetz der relativen Grössenabnahme bei zunehmendem Körpergewicht" theoretisch zu begründen, unternahm v. Lendenfeld in seinen im Jahre 1881 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie erschienenen Untersuchungen über den Flug der Libellen.

v. Lendenfeld glaubt den Grund für die von De Lucy beobachtete Regelmässigkeit in den physikalischen Gesetzen des Luftwiderstandes gefunden zu haben. Der Luftwiderstand wächst, sagt v. Lendenfeld, abgesehen von der Grösse und Form der Fläche, annähernd proportional der dritten Potenz der Geschwin-

digkeit, mit der sich ein Körper durch die Luft bewegt. Da nun die Flügel grosser Thiere absolut grösser und länger sind, als jene kleiner Thiere, so wirken die Endtheile der grossen Flügel bei sonst gleichen Umständen mit viel grösserer Geschwindigkeit, als die kleiner Flügel; es müssen daher die Flügel kleiner Thiere relativ viel grössere Flächen im Vergleiche mit dem Körpergewichte haben, als jene grosser Thiere.

Das ganze Räsonnement v. Lendenfeld's ist basirt auf der Annahme, dass bei grossen und kleinen Thieren abgesehen von den Grössenunterschieden dieselben Umstände, hier also in erster Linie dieselbe Grösse des Schlagwinkels und dieselbe Zeitdauer eines Flügelschlages vorhanden seien.

Dieses ist nun aber keineswegs der Fall; es bewegen sich vielmehr die Flügel der grossen und der kleinen Flieger mit sehr verschiedener Geschwindigkeit. v. Lendenfeld hat diese bereits durch Prechtl erwähnte und durch Marey's Untersuchungen allbekannte Thatsache nicht berücksichtigt und ist dadurch zu dem Irrthum verleitet worden, dass er die von De Lucy aufgestellte Gesetzmässigkeit mathematisch begründet zu haben glaubte. In der Abhandlung v. Lendenfeld's wird übrigens die Frage nach dem Verhältnisse zwischen Flügelfläche und Körpergewicht nur ganz beiläufig berührt. Eine erschöpfende Behandlung der uns vorliegenden Frage lag nicht im Plane des Verfassers. Er gibt indessen in mehreren Tabellen eine Reihe guter Wägungen und Messungen von einigen Vögeln und zahlreichen Insekten und liefert dadurch Beobachtungsmaterial, das für die Beantwortung unserer Frage ganz vorzüglich verwendbar ist.

Eine noch weit bedeutendere Anzahl von Beobachtungen ist enthalten in Mouillard's L'empire de l'air, Essai d'ornithologie appliqué à l'aviation. Paris 1881. Mouillard's Beobachtungen erstrecken sich auf weit zahlreichere Thiere, als die aller früheren Beobachter. De Lucy untersuchte nur einige wenige beliebig herausgegriffene Formen, v. Lendenfeld beschränkte sich fast ganz auf die kleine und in Bezug auf ihre Flugvorrichtungen verhältnissmässig einfache Familie der Libellen, Mouillard machte dagegen seine Beobachtungen an zahlreichen Arten und diese gehören allen Ordnungen der Vögel an und repräsentiren alle Methoden des Fliegens, die bei den Vögeln vorkommen.

Was Mouillard ausserdem vor allen früheren Beobachtern

auszeichnet, ist seine genaue Kenntniss vom Verhalten der verschiedensten Thiere beim Fluge. Mehrere Decennien hindurch machte er an frei lebenden Thieren Beobachtungen über die Flugbewegungen. Diese lange Zeit fortgesetzten und mit grosser Sorgfalt angestellten Beobachtungen führten ihn zu einer Classification der Vögel nach ihrer Flugmethode. Er theilt sie in 12 Flugtypen ein und beschreibt den Flug einer jeden solchen Gruppe in ausserordentlich lebendiger Darstellung; dabei zeigt er eine sehr grosse Sicherheit und Zuverlässigkeit in den Einzelbeobachtungen.

Seine Beobachtungen führten ihn zu der Annahme, dass bei den verschiedenen Flugtypen ein gewisses Verhältniss zwischen der beim Fluge dem Winde dargebotenen Unterfläche des Thieres F und dem Körpergewichte vorhanden sein müsse, und er machte, um dieses Verhältniss aufzufinden, bei sehr zahlreichen Thieren Messungen von F und P.

Mouillard erkannte zuerst, dass nicht nur die Grösse und Gestalt der Flügel für die Art des Fluges von Wichtigkeit sei, sondern dass ebenso gut wie die Flügelflächen auch die gesammte andere Unterfläche des Thieres als wirksame Trag- und Gleitfläche in die Betrachtung aufzunehmen sei.

Anstatt also nur die Grösse der Flügelfläche (f) zu bestimmen, wie es De Lucy, Pettigrew und v. Lendenfeld thaten, gibt Mouillard die Grösse des gesammten dem Winde gebotenen Segelareales an, d. h. die Unterfläche von Kopf, Brust, Bauch, Schwanz und Flügeln.

Wir nennen diese Fläche im Gegensatze zur Fläche beider Flügel (f) kurz die Segelfläche (F).

Das von Mouillard bei seinen Messungen befolgte Verfahren ist derartig, dass man erkennt, wie er den grössten Aufwand an mühseliger Arbeit nicht gescheut hat, um recht sichere Messungen zu erhalten. Er legt den zu vermessenden Vogel mit ausgebreiteten Flügeln auf Papier und zieht die Contouren des ganzen Thieres nach. Die Projection des fliegenden Thieres, die er auf diese Weise erhält, zerlegt er in ein Dutzend Dreiecke und vier oder fünf Parallelogramme und bestimmt den Flächeninhalt derselben.

Um eine Prüfung dieses Verfahrens vorzunehmen, habe ich von ein und demselben Exemplare eines Vogels mehrmals in der von Mouillard angegebenen Weise die Segelfläche aufgezeichnet

und jede Zeichnung mehrmals durch Zerlegung in Dreiecke und Parallelogramme ausgemessen. Ich fand, dass die verschiedenen Ausmessungen einer Zeichnung bis auf $^1/_{1000}$ übereinstimmen, dagegen erhielt ich Differenzen bis zur Höhe von $^1/_{100}$ zwischen den verschiedenen Zeichnungen von ein und demselben Thiere. Der Grund für die grossen Unterschiede zwischen den verschiedenen Zeichnungen liegt darin, dass es bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist, welche Streckung man den Flügeln des Thieres und welche Ausbreitung man dem Schwanze desselben ertheilt, wenn man seine Umrisse auf das Papier projiciert.

Da zwischen zwei und mehr Zeichnungen eines Thieres so bedeutende Differenzen hervortreten und da der aus diesen Differenzen sich ergebende Versuchsfehler ganz unvermeidlich ist, so ist es natürlich überflüssig, eine auf vier, fünf oder gar sechs Decimalen genaue Ausmessung einer einzelnen Zeichnung vorzunehmen.

Mouillard hat von der Höhe dieses bei allen seinen Messungen unvermeidlichen Versuchsfehlers keine Vorstellung. Er glaubt die Oberfläche eines mit über 1 Quadratmeter Segelfläche fliegenden Vogels auf 1 Quadratmillimeter genau angeben zu können; er giebt z. B. die Oberfläche des Gyps fulvus auf 1,044 576 Quadratmeter an.

Mouillard's Methode der Messung ist, weil er eine grössere Genauigkeit erstrebt, als er in der That erreichen kann, weit umständlicher, als nöthig ist. Dasselbe lässt sich nun aber in noch weit höherem Grade von seinen Berechnungen sagen. Er berechnet nämlich, und zwar auf 4 Decimalen, bei jedem vermessenen Thiere, wie viel Gramm ein Quadratmeter der Segelfläche trägt ($10000 . P/F$), wie gross die zum Tragen eines Grammes erforderliche Fläche ist (F/P) und wie gross die Fläche sein müsste, um das Gewicht eines Menschen (80 Kilogramm) zu tragen ($80000 . F/P$).

Von diesen Berechnungen sind, da sie alle nur das Verhältniss zwischen F und P angeben, zwei überflüssig; ausserdem darf aus dem bereits angeführten Grunde, dass die Zahlen für die Oberfläche nur auf $^1/_{100}$ genau sind, eine Berechnung der Verhältnisszahlen nur auf drei Stellen ausgeführt werden.

Es hat somit Mouillard auf seine Messungen und Berechnungen recht viel Mühe verwandt. Er klagt auch sehr über die mühselige Arbeit. Aber es war für ihn vergebliche Arbeit. Trotz

aller aufgewandten Sorgfalt war sein Resultat recht geringfügig. Er erhielt, obgleich er die Zahl der Messungen so bedeutend vermehrte, dieselben mit der grössten nur denkbaren Sorgfalt anstellte und sie alle einer Berechnung nach einheitlichem Prinzipe unterzog, bezüglich der Grösse des Segelareales nur dasselbe sonderderbare Resultat, das bereits De Lucy aus seinen Messungen für die Flügelflächen folgerte und das v. Lendenfeld zugleich aus theoretischen Gründen abgeleitet zu haben meinte.

Die Verhältnisszahlen zwischen P und F, welche Mouillard berechnete, sind derartig, dass im allgemeinen die Segelfläche bei kleinen Thieren relativ gross, bei grossen klein ist.

Mouillard selbst ist mit diesem Resultate seiner Messungen und Berechnungen durchaus nicht zufrieden; er legt daher den durch so mühselige Arbeit erhaltenen Zahlen nur eine sehr geringe Bedeutung bei, denn er verwendet sie für seine Classification der Vögel nach ihrer Flugmethode absolut nicht; innerhalb eines jeden Flugtypus schwanken vielmehr bei ihm die Werthe für das Verhältniss F/P innerhalb sehr weiter Grenzen. Seine Eintheilung ist ausschliesslich auf die Beobachtungen begründet, die er an den im Freien lebenden Thieren machte; die Auffindung des von ihm vermutheten gesetzmässigen Verhältnisses zwischen F und P gelang ihm nicht.

Der Grund des mangelhaften Erfolges lag bei Mouillard in der Art, wie er die Berechnung anstellte.

Dass die Flügelflächen und ebenso auch die Segelflächen nicht proportional dem Körpergewichte wachsen können, zeigt ja die einfache mathematische Ueberlegung. Wenn ein fliegendes Thier, z. B. ein Vogel, sich vergrössert, so dass seine Länge, Breite und Dicke in allen Theilen gleichmässig wachsen, so müssen, wenn die Länge l sich linear vergrössert, die Flächen F und f in quadratischen, das Gewicht P im kubischen Verhältnisse wachsen. Es sind also nur l, $F^{1/2}$, $f^{1/2}$ und $P^{1/3}$ resp. l^2, F, f und $P^{2/3}$ vergleichbare Zahlen.

B. Aeltere Untersuchungen

über die Beziehung zwischen Körpergewicht und Flugfläche. Berechnet nach dem Verhältnisse $F/P^{2/3}$ (resp. $F^{1/2}/P^{1/3}$).

Der Umstand, dass man annahm, dass Oberfläche und Körpergewicht im gleichen Verhältnisse wachsen müssten, ist, wie wir

gesehen haben, der Grund zu vielen vergeblichen Bemühungen gewesen.

Und doch ist schon im Jahre 1846 von Prechtl in seinen klassischen Untersuchungen über den Flug der Vögel (Wien 1846) die Berechnung der Proportion zwischen F und P nach der Form $F/P^{2/3}$ als die einzig anwendbare bezeichnet. Diese Art der Berechnung, die Prechtl nur vorschlug, wurde angewendet von Harting, Marey, Legal und Reichel.

Von Harting sind unter dem Titel Observations sur l'étendue relative des ailes in den Archives neerlandaises 1869 eine ganze Reihe von Wägungen fliegender Thiere und Messungen ihrer Flügelflächen veröffentlicht; er hat dabei die relative Flügelgrösse der gemessenen Thiere nach dem Verhältnisse $f^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet. Harting entkleidete zugleich die Ansicht De Lucy's und seiner Nachfolger, dass die Flügelgrösse der Thiere mit steigendem Gewicht derselben relativ kleiner würde, ihrer Sonderbarkeit und wies durch seine Messungen an Vögeln und Fledermäusen nach, dass die Thiere bei zunehmender Grösse sich durchaus ähnlich bleiben, d. h. also, dass ihre Flügelfläche im quadratischen Verhältnisse wächst, wenn das Körpergewicht im kubischen Verhältnisse zunimmt.

Seine Begründung dafür, dass er die relative Flügelgrösse nach dem Verhältnisse von $f^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet, ist allerdings sehr kurz, aber vollkommen klar, und es ist doch auffallend, dass v. Lendenfeld, der die Arbeit Harting's kannte, sie nicht berücksichtigte, sondern die Berechnungsart De Lucy's wählte.

Marey wiederholte in seinem in der Bibliothèque scientifique internationale erschienenen Werke La machine animale (Paris 1875) die Harting'schen Betrachtungen und einen Theil seiner Messungen; er giebt daneben auch eine ganze Anzahl eigener Messungen und Berechnungen; doch verfolgt er die Frage nicht näher, er erwähnt sie nur vorübergehend.

Weit eingehender als von Marey wird der Gegenstand von Legal und Reichel in den Verhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur (Breslau 1882) behandelt. Aehnlich wie bei Mouillard ist auch bei Legal und Reichel das Ziel der Untersuchung die Ermittelung der zur Fortbewegung eines Menschen erforderlichen Flügelgrösse; zugleich suchen sie festzustellen, ob mit der Vergrösserung des Körpers wirklich, wie Helmholtz

meint (Monatsberichte der Berliner Akademie 1873), eine relative Vermehrung des zum Transporte nöthigen Kraftaufwandes sich erkennen lässt.

Legal und Reichel bestimmten daher ausser dem Totalgewichte der Thiere P und ihrer Flügelfläche f auch das Gewicht der gesammten Flugmuskulatur (p) sowie das Gewicht der hauptsächlichen beim Fluge verwendeten Muskeln. Sie bestimmen ferner nach einer bereits von Prechtl angegebenen Methode die theoretische Länge des Flügels (h), d. h. die Entfernung des Druckmittelpunktes des schwingenden Flügels vom Drehungspunkte; unberücksichtigt liessen sie das Gesammtsegelareal (F).

Die Berechnungen von Legal und Reichel erstreckten sich zunächst auf die relative Grösse der Flugmuskulatur p/P, eine Zahl, die auch von Harting bereits für einige Thiere bestimmt worden war. Die Bestimmung der relativen Grösse der Flugmuskulatur erschien besonders wichtig für die Entscheidung der Frage, ob bei einer Grössenzunahme des Körpers wirklich eine relative Vermehrung des zum Transporte erforderlichen Kraftaufwandes eintritt.

Da wie Plateau für die Insekten und Weichthiere, Marey für die Wirbelthiere, speciell die Vögel nachwies, die Arbeit, die ein Muskel verrichtet proportional seinem Volum und also auch seinem Gewichte ist, so hat man in der Bestimmung der Maasse der Muskeln ein Mittel um die Grösse der durch dieselben zu leistenden Arbeit zu messen.

Die Vergleichung der Vögel derselben Familie, die sonst ähnlich gebaut sind, aber im Gewichte bedeutende Differenzen zeigen, ergab indessen bei steigendem Gewichte meistens eine geringe relative Abnahme der Flugmuskulatur, jedenfalls aber keine Steigerung derselben, wie man sie hätte erwarten sollen, wenn einerseits Helmholtz' theoretische Betrachtungen, andererseits die Messungen Plateau's und Marey's auf diesen Fall anwendbar sind.

Uebrigens sind die für die relative Grösse der Flugmuskulatur gefundenen Werthe nicht unmittelbar als Maass für das Flugvermögen zu benutzen; sehr häufig zeigen Thiere von äusserst verschiedener Flugfähigkeit dieselben Werthe von p/P; andererseits schwanken bei Thieren mit gleichem Flugvermögen die Werthe für p/P innerhalb sehr weiter Grenzen. Es folgt daraus,

dass gleich grosse Vögel mit einem sehr verschiedenen Kraftaufwande fliegen.

Legal und Reichel untersuchten deshalb, in welchem Verhältnisse der Druck, welchen Vögel verschiedener Grösse bei jedem Flügelschlage ausüben, zum Körpergewichte steht.

Wenn ein Vogel ähnlich gebaut bleibt, wie sehr auch seine Grösse schwankt, so muss die Länge und Breite des Flügels sowie auch die theoretische Länge (h) desselben (d. h. die Entfernung des Druckmittelpunktes von dem Drehungspunkte) in einer Längendimension zunehmen, welche proportional ist dem Wachsthum der Dimensionen des Vogelkörpers. Dann wird also der vom grösseren Vogel erzeugte Luftwiderstand, vorausgesetzt dass Schlagwinkel und Winkelgeschwindigkeit gleich seien, und unter der Annahme, dass der Luftwiderstand wächst proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit, einerseits proportional der Fläche, andererseits proportional dem Quadrate der theoretischen Länge $c.(f.h^2)$ wachsen, d. h. also in der vierten Potenz, wenn der Körper sich im Kubus ändert. Es ist also $f^{3/4}.h^{3/2}/P = \text{const.}$ Diese Zahl, die von Legal und Reichel die „Flügelziffer" (φ) genannt wird, lässt allerdings schon eine gewisse Beziehung zum Flugvermögen erkennen; sie ist im allgemeinen am grössten bei den ruhig fliegenden Raubvögeln und einigen Möwen ($\varphi = 40$—50), am kleinsten bei den heftig flatternden Thieren, Rebhuhn, Sperling u. s. w. Dabei finden sich indessen sehr bedeutende Unregelmässigkeiten, so schwanken z. B. die Möwen in Bezug auf ihre Flügelziffer zwischen sehr weiten Grenzen. Während die Sterna minuta dem Corvus monedula gleicht ($\varphi = 20$), erreicht die Sterna hirundo mit $\varphi = 35$ den Storch und Sterna cantiaca mit $\varphi = 50$ die höchste Flügelziffer von allen. Bei diesen und ähnlichen Unregelmässigkeiten lässt sich ein bestimmter Einfluss des Gewichtes nicht nachweisen; aber man sieht doch deutlich, dass offenbar noch ein Factor fehlt in dem Ausdrucke für das Flugvermögen.

Als einen solchen für die Rechnung wichtigen Factor betrachteten nun Legal und Reichel die relative Grösse der Brustmuskulatur. Sie multiplicirten deswegen die Flügelziffer mit p/P und erhielten somit eine Zahl von der Form $\frac{p}{P} \cdot \frac{f^{3/4}.h^{3/2}}{P}$; sie nennen dieselbe die Flugziffer (μ) und meinen in $\int\left(\frac{f^{3/4}.h^{3/2}}{P} \cdot \frac{p}{P}\right)$ einen Ausdruck für das Flugvermögen gefunden zu haben.

Doch bleiben die Resultate trotz der Zuziehung dieses Factors p/P wenig befriedigend. Die Zahlenwerthe für die Flugziffer schwanken vielmehr genau ebenso wie die der Flügelziffer. Die niedrigste Flugziffer ($\mu = 0{,}43$) findet sich ebenso wie die niedrigste Flügelziffer bei den heftig flatternden Vögeln (Rebhuhn, Sperling u. s. w.), die höchste bei den ruhig schwebenden (Adlern, Störchen und Möwen). Das Maximum ($\mu = 3{,}3$) erreicht auch hier Sterna cantiaca; dagegen zeigt die im Fluge wenigstens ebenso tüchtige Sterna minuta nur $\mu = 1{,}77$, Larus canus und argentatus $\mu = 1{,}8$ und Sterna hirundo μ 2,67, ohne dass man zwischen der Flugart und der Flugfähigkeit wesentliche Unterschiede wahrnehmen kann.

Es lieferte somit auch dieser Versuch, die Construktion der Flugapparate näher kennen zu lernen, ein noch wenig befriedigendes Resultat und es ist nicht schwer, den Grund für das Misslingen auch dieses Versuches aufzufinden: die Zahl φ sowohl wie μ geben die Ausdrücke für die vom Flügel geleistete Arbeit nur für die Voraussetzung, dass die Flügel bei grossen und kleinen Vögeln mit gleichem Schlagwinkel und mit gleicher Winkelgeschwindigkeit bewegt würden. Es ist bereits gezeigt worden, dass diese Voraussetzung nicht zutreffend ist; es ist also von Legal und Reichel derselbe Fehler gemacht worden, den v. Lendenfeld machte bei seiner vermeintlichen Beweisführung für die Richtigkeit des De Lucy'schen Gesetzes.

Gerade diese bei den verschiedenen Thieren hervortretenden Differenzen in der Schnelligkeit, mit der die Flügel auf- und abschwingen, sind sehr wichtige Momente, welche bei der Untersuchung in erster Linie in's Auge zu fassen sind.

Daraus ergiebt sich der Gang, der bei einer neuen Untersuchung zu wählen ist.

Es müssen zunächst die zahlreichen in der Literatur aufgeführten Messungen, die angestellt wurden behufs Feststellung der Grösse der in Betracht kommenden einzelnen Factoren auf ihre Zuverlässigkeit geprüft und die verwendbaren derselben nach einheitlichem Principe einer Berechnung unterzogen werden.

Die neuen Messungen, die sowohl behufs der Prüfung der Zuverlässigkeit der vorliegenden Messungen, wie auch zur Vergrösserung des vorhandenen Zahlenmaterials anzustellen sind, werden dabei auf alle Gruppen der fliegenden Thiere auszudehnen,

nicht etwa auf die Vögel und Fledermäuse zu beschränken sein, wie es bisher fast immer geschehen ist. Nur v. Lendenfeld hatte die Insekten eingehender berücksichtigt; und dabei ist diese Thierklasse doch in Grösse und Organisation so äusserst vielgestaltig, dass die Grössen- und Formunterschiede der Wirbelthiere dagegen verhältnissmässig geringfügig erscheinen.

C. Eigene Untersuchung.

1. Ziel der Messungen.

Wenn ein fliegendes Thier mit kräftigen Flügelschlägen dem Winde entgegenfliegt und wir denken uns seine Flügelbewegung plötzlich gehemmt, so wird die Grösse der Strecke, die es ohne Flügelschlag wagerecht fortschweben kann, nur von zwei Factoren abhängig sein: von der Grösse der dem Winde dargebotenen Fläche und von dem Quantum lebendiger Kraft, das es im Momente der Sistirung der Flügelschläge besitzt.

Als die dem Winde dargebotene Fläche ist nun natürlich nicht nur die Fläche beider Flügel (f) in Ansatz zu bringen, sondern es ist, wie bereits von Mouillard geschehen, die gesammte Unterfläche des Thieres (F) als wirksame Trag- und Gleitfläche anzusehen.

Um die Höhe der lebendigen Kraft zu bestimmen, die dem vorwärts schiessenden Körper eigen ist, bedarf man mehrerer Messungen. Zunächst muss man das Gewicht des fliegenden Körpers (P) kennen; sodann ist es nothwendig, die Zahl der in der Zeiteinheit ausgeführten Flügelschläge (n) zu kennen sowie die Grösse der Totalarbeit, die der als Propeller wirksame Flügel mit jeder Bewegung leistet. Letztere Grösse aber hängt ab einerseits von der Grösse der Flügelfläche (f), andererseits von der Entfernung des Druckmittelpunktes des Flügels von der Drehungsaxe (h).

Da, wie Plateau und Marey zeigten, gleiche Gewichte der Muskeln der verschiedensten Thiere zu einer gleichen Arbeitsleistung befähigt sind, so kann, um die Grösse der in einer bestimmten Zeit durch den Flügel zu leistenden Arbeit zu bestimmen, das Gewicht der Flugmuskulatur (p) Verwendung finden.

Bei allen Berechnungen kommt es nun selbstverständlich hauptsächlich darauf an, den Einfluss der Körpergrösse festzustellen,

und es sind somit nicht so sehr die absoluten Maasse von Wichtigkeit, als die Verhältnisszahlen derselben bezogen auf gleiche Gewichte.

Die Wägungen und Messungen, die angestellt sind, um das Flugproblem der Lösung näher zu bringen, sind demnach die Schnelligkeit der Flügelschläge pro Secunde n,

das Gewicht des ganzen Thieres P,
das Gewicht der gesammten Flugmuskulatur p,
die Segelfläche F,
die Gesammtfläche beider Flügel f,
die Klafterweite K,
die Länge der Flügel (beider Flügel zusammen) l,
die theoretische Flügellänge h.

Berechnet wurde die relative Grösse dieser Werthe nach den Verhältnissen

$$\frac{p}{P}, \frac{F^{1/2}}{P^{1/3}}, \frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}, \frac{K}{P^{1/3}}, \frac{l}{P^{1/3}}, \frac{h}{P^{1/3}}.$$

2. Methode der Messungen und Berechnungen.

Bezüglich der in den folgenden Tabellen aufgeführten neuen Messungen und Berechnungen sowie der aus der vorliegenden Literatur entnommenen Zahlenwerthe sei folgendes vorausgeschickt.

Viele der alten Messungen konnten keine Berücksichtigung finden, weil sie nach Methoden erhalten waren, die wie die Prüfung ergab, durchaus unzuverlässig sind.

Zunächst waren alle Daten auszusondern, welche durch Messungen solcher Thiere erhalten waren, die in der Gefangenschaft gelebt hatten. Die in zoologischen Gärten und ebenso auch die als Hausthiere gehaltenen Thiere, ja selbst solche Insekten (z. B. Schmetterlinge), welche sich im Zimmer entwickelt hatten, lieferten Zahlen, die weder unter sich übereinstimmten, noch mit den übrigen harmonirten. Selbst bei halb domesticirten Thieren, wie den Fasanen, und solchen, die wie in der Freiheit herumfliegen, wie die Haustauben, treten sehr bedeutende Differenzen hervor. Dass alle diese Thiere so schwankende Resultate liefern, ist darin begründet, dass dieselben durch den Menschen ernährt werden und mehr oder weniger in der Bewegung gehemmt sind. Sie sind daher bald unnatürlich abgemagert, wie fast alle in den zoologischen Gärten sterbenden Thiere, oder enorm fett, wie die Fasanen.

Bald haben sie, wenn sie zur Messung kommen, ein stark abgestossenes, dann wieder ein sehr vollkommenes Gefieder. — Junge Thiere, deren Gefieder noch nicht vollkommen ausgebildet ist, sowie solche alten Thiere, die gerade in der Mauserung begriffen sind, müssen ebenfalls ganz ausgeschlossen werden. Ein jedes zu vermessende Thier muss daher auf sein Lebensalter und auf den Zustand seines Gefieders genau geprüft werden.

Es wurden demgemäss nur solche Exemplare für die Untersuchung verwendet und in die Tabellen aufgenommen, welche frei lebten und in voller Kräftigkeit plötzlich getödtet waren. Die Insekten wurden im Freien und zwar im Fluge gefangen und durch Blausäuredämpfe getötet d. h. sie wurden in eine Flasche gesteckt, deren Boden mit cyankalium-haltigem Gipsbrei ausgegossen war. Die Vögel wurden geschossen oder in Schlingen gefangen. Bei geschossenen Thieren ist der Versuchsfehler, den das ausfliessende Blut macht, sehr unbedeutend, auch der Zuwachs an Gewicht durch Kugeln und Schrotkörner kann vernachlässigt werden. Bedeutender erwies sich schon bei Vögeln die Differenz an Gewicht, die durch den sehr wechselnden Inhalt des Kropfes verursacht wird. Eine Entleerung des Kropfes der zu wägenden Thiere erwies sich indessen nicht als nothwendig, da der durch den Kropfinhalt verursachte Versuchsfehler innerhalb der Breite der Differenzen im Gewichte liegt, die ein jedes Exemplar je nach Jahreszeit und Ernährungszustand zeigt.

Die in der angegebenen Weise ausgewählten Thiere wurden nun zunächst gewogen. Für die Wägung von Insekten und anderen kleinen Thieren bis zu 10 gr diente eine chemische Wage (Genauigkeit 0,01 gr bei 10 gr Belastung); für Thiere von 10 bis 500 gr eine kleine, für schwerere Thiere eine grössere Balancierwage.

Ausnahmslos wurde nur bis auf die dritte Decimale genau gewogen. Eine grössere Genauigkeit zu erstreben, wäre nutzlos gewesen wegen der vielfachen Schwankungen, die das Gewicht eines Thieres je nach der Jahreszeit und dem jeweiligen Ernährungszustande — dem Vorrathe an Fett — erleidet.

Nachdem das Gewicht bestimmt war, wurde F und f in der Weise gezeichnet, dass das Thier auf den Rücken und zwar mit wie im Fluge ausgebreiteten Flügeln und Schwanzfedern auf einen Bogen weisses Papier gelegt wurde, und es wurden sodann die Contouren nachgezeichnet. Die Ausmessung dieser Zeichnungen ge-

schah bei grösseren Thieren durch Zerlegung in Streifen von der Breite eines Centimeters und Ausmessung der durchschnittlichen Länge eines jeden derselben mit einem Centimetermaasse.

Eine Modification dieses Verfahrens war bei den Insekten nothwendig. Diese wurden, nachdem sie gewogen waren, in der gewöhnlichen Weise auf Nadeln aufgesteckt und die Flügel in der Stellung ausgespannt, welche dieselben beim Fluge haben. Nach dem Trocknen wurden sodann die Contouren des Thieres und seiner Flügel auf in Millimetercarreaus getheiltes Skizzenpapier aufgetragen und die Quadratmillimeter abgezählt.

Diese Art der Oberflächenbestimmung ergiebt, wie zahlreiche Versuche zeigten, bis in die dritte Decimale übereinstimmende Resultate, wenn eine und dieselbe Zeichnung mehrmals ausgemessen wird. Die Methode der Messung ist also ausreichend genau. Wie bereits erwähnt wurde, zeigt sich ja, wenn ein und derselbe Vogel mehrmals gezeichnet wird, je nach dem Grade der Streckung, den man den Flügeln giebt, ein bedeutender Unterschied ($^1/_{100}$) zwischen den verschiedenen Bildern. Ebenso verhält es sich natürlich mit den andern fliegenden Thieren. Auch bei den Fledermäusen und Insekten differiren die Zeichnungen von einander um $^1/_{100}$.

Die angewendete Methode der Ausmessung führt mit grosser Schnelligkeit und Bequemlichkeit zum Ziele und ist deswegen allen andern Methoden vorzuziehen. Eine Ausmessung der Zeichnungen durch Auflegen eines in Quadratcentimeter eingetheilten Bogens Pauspapier und Abzählung der Carreaus ist für die Augen sehr ermüdend und ist dabei nicht einmal schneller ausführbar, als das Zerlegen in Streifen von Decimeter- resp. Centimeter-Breite.

Das Verfahren, durch das Mouillard eine möglichst genaue Ausmessung seiner Zeichnungen zu erreichen suchte, ist bereits besprochen und als viel zu umständlich für die zu fordernde Genauigkeit bezeichnet worden. Wegen der grösseren Umständlichkeit ist auch das Ausmessen der Zeichnungen vermittelst des Planimeters verworfen worden, sowie das von Legal und Reichel befolgte Verfahren, die Zeichnungen auf Papier von bekanntem Gewichte zu entwerfen, sie dann auszuschneiden und durch Wägung die Grösse der Oberfläche festzustellen.

Selbstverständlich ist es, dass bei der Aufzeichnung des Thieres auch die Grenze des Flügels gegen den Rumpf zu nachgezogen wurde.

Nach diesem Bilde wurde nun nicht in der von Legal und Reichel angewendeten Art die Lage des Druckmittelpunktes berechnet, sondern nur die Länge des Flügels und die Klafterweite ausgemessen (Genauigkeit $^{1}/_{100}$). Eine Berechnung der Druckmittelpunkte, wie sie Legal und Reichel ausgeführt haben, erwies sich als nicht nothwendig. Die Bestimmung der Flügellängen genügte.

Die Bestimmung des Druckmittelpunktes ist überhaupt mit einiger Unsicherheit behaftet wegen der Unsicherheit des Gesetzes des Luftwiderstandes. Nimmt man ihn proportional der zweiten Potenz der Geschwindigkeit, so wäre er zu berechnen nach der Formel $\int y\, x^3\, dx / \int y\, x^2\, dx = h$ und nicht nach der Formel $\int y\, x^3\, dx = h^3 f$, wie sie Prechtl angiebt und ihm folgend Legal und Reichel anwenden.

(Es würde hiernach die Lage des Druckmittelpunktes bei einem sich verschmälernden Dreieck auf 0,6, bei einem sich verbreiternden Dreieck auf 0,8, bei einem Rechteck auf 0,75 der Länge fallen.)

Bei einigen Thieren wurde dann auch noch die Flugmuskulatur möglichst sauber frei präparirt und mit $^{1}/_{100}$ Genauigkeit gewogen.

Die Berechnungen wurden durchweg auf drei Decimalen genau gemacht. (Tabelle I.)

Die Berechnungen der für die Vergleichung der verschiedenen Flugapparate nothwendigen Verhältnisszahlen erstreckten sich nicht nur auf die durch die eigenen Messungen und Wägungen erhaltenen Zahlen, sondern es bedurfte bezüglich der aus der älteren Literatur entnommenen Zahlen einer ganzen Anzahl von Umrechnungen, um die nothwendige Einheitlichkeit in der Behandlung der Zahlen zu erreichen.

So hatte z. B. Harting, der mit f die Fläche eines Flügels bezeichnete, in seinem $f^{1/2}/P^{1/3}$ Werthe, die sich von unseren durch den Factor $1/2^{1/2}$ unterscheiden; sie sind natürlich nicht halb so gross, wie Marey sagt.

Weit mehr Arbeit machte die Umrechnung der Mouillard-schen Zahlen. Diese bedurften einer vollständigen Neubearbeitung.

Da sie mit grosser Genauigkeit festgestellt sind, sich ausschliesslich auf im Freien lebende Thiere beziehen und sich auf F und P beziehen, so verdienen gerade die Mouillard'schen Messungen und Wägungen eine eingehende Discussion.

3. Analyse der Mouillard'schen Berechnungen.

Die Art, wie Mouillard seine Berechnungen ausführt, lässt deutlich erkennen, dass er bei aller Schärfe und Zuverlässigkeit im Beobachten weder im Stande ist den Werth der durch die Beobachtung gewonnenen Zahlen zu verstehen, noch auch die Gesetzmässigkeit zu erkennen, die zwischen zwei gegebenen Reihen von einander abhängiger Zahlen besteht. Der bedenkliche Mangel an mathematischem Verständnisse, der bei ihm in dem Bestreben hervortritt, weit über das Bedürfniss hinaus genaue Messungen und Berechnungen zu erhalten, zeigt sich noch mehr dadurch, dass er überhaupt gar nicht den Versuch macht, seine durch Messungen und Berechnungen erhaltenen Zahlen irgendwie zu gruppiren. Er würde sonst die einfache Beziehung, die zwischen *F* und *P* besteht, gefunden haben müssen.

Ich habe deswegen, um die von Mouillard gegebenen Berechnungen zu verwerthen, es zunächst unternommen, seine Messungen und Wägungen einer graphischen Darstellung zu unterziehen.

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
11000
12000
13000

Fig. 1.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

Fig. 1a.

Wie bereits erwähnt, berechnet Mouillard das zum Tragen eines Gramms erforderliche Segelareal nach dem Verhältnisse F/P, wobei F die in Quadratcentimeter ausgedrückte Segelfläche, P das in Gramm ausgedrückte Gewicht bezeichnet.

Wenn man nun die nach der Mouillard'schen Berechnungsart gefundenen Zahlen z. B. auf in Carreaus eingetheiltem Papier in der Art graphisch darstellt, dass die Ordinatenaxe die Gewichte, die Abscissenaxe das für gleiche Gewichte nach Mouillard's Formel F/P berechnete Segelareal angiebt, so sieht man, dass die sämmtlichen Vergleichszahlen zwischen zwei in geringen Abständen neben einander hinlaufenden und einander ähnlichen Curven liegen.

Diese Grenzcurven, die auf Fig. 1 und 1a ausgezogen sind, haben die Gleichung $y\,x^3 = \text{const}$. Setzt man in diese Gleichung für $y = P$ und für $x = F/P$, so ergiebt sich $F^{1/2}/P^{1/3} = \text{const.}$, d. h. für alle Thiere, die ein und derselben Curve entsprechen, ist $F^{1/2}/P^{1/3}$ gleich. Zwischen den beiden Grenzcurven kann man sich unzählige ähnliche Curven von der Gleichung $y \,.\, x^3 = \text{const.}$ denken.

Als ein für das Verständniss des Fluges wichtiges Resultat ist demgemäss aus den Mouillard'schen Messungen der Satz abgeleitet: dass die verhältnissmässige Grösse des Segelareals: $F^{1/2}/P^{1/3}$ oder kurz die Segelgrösse (σ) innerhalb bestimmter

Grenzen schwankt, die von der Grösse des Thieres ganz unabhängig sind.

Dieses wird am einfachsten erkannt, wenn man in derselben Art, wie es bereits oben für die Mouillard'schen Zahlenwerthe geschehen ist, die sämmtlichen vorhandenen Werthe für P und $F^{1/2}/P^{1/3}$ in der Art graphisch darstellt, dass die Ordinatenaxe die Gewichte P, die Abscissenaxe die relative Segelgrösse log. $F^{1/2}/P^{1/3}$ angiebt (Fig. 2).

Fig. 2.

Die Tabelle enthält die Messungen Mouillard's sowie meine eigenen. Beide Zahlenreihen zeigen in vollkommener Uebereinstimmung, dass kleine und grosse relative Segelgrösse gleichmässig bei schweren und bei leichten Thieren vorkommt. Man sieht aus dieser graphischen Darstellung, dass bei dieser Art der Berechnung der Einfluss des Gewichtes auf die relative Segelgrösse vollkommen eliminiert ist. Wir können somit das De Lucy'sche „Gesetz" als beseitigt ansehen.

4. Classification der Flugthiere nach ihrer Segelgrösse $\sigma = F^{1/2}/P^{1/3}$.

Die Tabelle zeigt, dass bei leichten sowohl wie bei schweren Thieren die Segelgrösse zwischen den Zahlen 2 und 7 schwankt. Um die Bedeutung, welche diesen Differenzen in dem Zahlenverhältnisse $F^{1/2}/P^{1/3}$ innewohnt, zu erkennen, ist es das einfachste, wenn man die sämmtlichen Thiere nach dem Werthe von $F^{1/2}/P^{1/3}$ oder noch vortheilhafter nach denen von log. $F^{1/2}/P^{1/3}$ ordnet. Man erreicht dadurch, dass Schwankungen um gleiche relative Beträge bei den verschiedensten absoluten Werthen als gleich gross dargestellt werden.

Ein Blick auf die Tabelle II lässt sofort erkennen, dass sich durch diese Art der Anordnung eine Classifikation der Thiere ergiebt nach ihrer Fähigkeit, sich ohne Flügelschlag in der Luft zu erhalten: wir können diese Fähigkeit kurz das Segelvermögen nennen.

Wir sehen hieraus: Die fliegenden Thiere gleichen durch die relative Grösse ihrer Segelfläche ganz den Schiffen. Beim Schiffbau wendet man bekanntlich, um das für ein Schiff von gegebener Grösse erforderliche Segelareal zu finden, die Formel $S/D^{2/3} = a$ oder, was dasselbe ist $S^{1/2}/D^{1/3} = a_1$ an; hierbei bezeichnet S das erforderliche Segelareal in Quadratmeter, D das Deplacement (= Gewicht) des Schiffes in Kubikmeter, und a oder a_1 hat für jede Schiffsklasse einen von der Grösse des Schiffes ganz unabhängigen Werth. Indessen schwanken die Werthe von a bei den verschiedenen Schiffsklassen sehr beträchtlich. Den niedrigsten Werth hat a bei den Panzerschiffen ($a = 60$), den höchsten bei den für Regattas gebauten Yachten ($a = 200$, ja in einem Falle selbst 275).

Nun ist ja bekannt, dass von allen Schiffen die Panzerschiffe am schlechtesten, die Yachten am besten segeln, und dass bei der in Bezug auf die relative Grösse des Segelareals die Mitte haltenden Schiffsklassen die Fähigkeit zu segeln steigt und fällt, entsprechend einer Vergrösserung oder Verkleinerung von a; man nennt daher auch in der Schiffstechnik den Coefficienten a kurz das Segelvermögen.

Von vornherein wird man geneigt sein, zu vermuthen, dass für die Vögel sich analoge Beziehungen werden nachweisen lassen. Eine Prüfung der Tabelle zeigt, dass dieses in der That der Fall ist.

Die Reihe beginnen die kleinflügeligsten Thiere: die Stubenfliege und diejenigen Käfer, welche nur kurze Zeit fliegen, wie Dyticus, Hydrophilus. Dazu kommen die schlecht fliegenden Wasservögel (Fulicula, Harelda, Gallinula) und diejenigen Hühner, welche keine grossen Schmuckfedern haben (Bonasa, Lagopus, Perdix). Bei allen diesen Thieren ist das Segelvermögen so klein (log. $\sigma = 0{,}26$ bis $0{,}5$), dass an ein Schweben oder Segeln nicht zu denken ist. Diese Thiere fallen daher sehr schnell, selbst heftig zu Boden, sobald die wegen der Kleinheit ($f^{1/2}/P^{1/3}$) und Kürze ($l/P^{1/3}$) der Flügel nothwendigerweise sehr raschen und einen grossen Kraftaufwand p/P erfordernden Flügelschläge aufhören.

Diese Thiere mit flatterndem Fluge kann man kurz als den Wachteltypus bezeichnen.

Ihnen schliessen sich an solche Thiere, welche zwar ebenso kleine Flügelflächen wie die vorigen, aber doch ein etwas grösseres Segelareal haben, log. $\sigma = 0{,}6$. Hierzu gehören die Hühner mit grossen Schmuckfedern (Phasianus, Tetrao urogallus, Pavo) und Insekten mit grossen Geschlechtszierrathen (Lucanus). Diese Thiere vom Fasanentypus können zwar ebenso wenig wie die vorigen längere Zeit fliegen, sie brauchen aber doch nicht beim Senken des Körpers so ängstlich zu flattern, wie die Thiere vom Wachteltypus. Geradezu ein Hinderniss für die rasche Fortbewegung wird die Steigerung des Segelareales beim Pfau; trotz verhältnissmässig grosser und zumal langer Flügel und kräftiger Flugmuskulatur fliegt derselbe nur sehr langsam.

Dem Fasanentypus gleich stehen in Bezug auf die Segelgrösse die Sperlinge und Staare, Drosseln und Erdtauben (Columba aegyptiaca), die Schnepfen und Brachvögel (Numenius) log. $\sigma = 0{,}6$. Auch sie, die Thiere vom Sperlingstypus, fliegen ebenso wie die vom Wachteltypus mit raschen Flügelschlägen, können aber, wenn sie sich von der Höhe herabsenken, die Flügel längere Zeit ruhig halten; sie können also, wenn auch nicht segeln, so doch gleiten. Diese Fähigkeit zu gleiten wächst mit zunehmender Segelgrösse mehr und mehr (bei den Fledermäusen und Regenpfeifern, den Lerchen, dem Ibis).

Den Vögeln vom Sperlingstypus schliessen sich durch gleiche Segelgrösse die Thiere vom Schwalbentypus an, eine kleine Anzahl äusserst langflügeliger Thiere (Cypselus, Hirundo, Caprimulgus), bei denen die Länge der Flügel ($l/P^{1/3}$) und die riesige

Entwickelung der Brustmuskulatur (p/P) bewirkt, dass ein einziger Schlag ihrem Körper eine sehr bedeutende Bewegungsgrösse verleiht. Durch einen solchen rapiden und kraftvollen Flügelschlag, coup de fouet, wie ihn die Franzosen bezeichnend nennen, werden sie in den Stand gesetzt, weit grössere Strecken ohne Flügelschlag zu durchgleiten, als es bei ihrer Segelgrösse sonst möglich sein würde.

Wenn die relative Grösse des Segelareals den Werth 5 (log. $\sigma = 0{,}7$) erreicht, so beginnt der Flug einen wesentlich von dem der früheren verschiedenen Charakter anzunehmen. Die Dauer der passiven Flugtouren, die schon früher länger und länger wurde, steigert sich successive bei den grossen Krähen (Nebelkrähe und Rabe), dem Kiebitz und Zwergreiher, den Falken und Geiern, Eulen und Pelikanen, sowie den Störchen zum kreisenden Fluge. Bei allen diesen Thieren ist die Segelgrösse so bedeutend (5—6; log. $\sigma = 0{,}7$—$0{,}8$), dass es nur einer geringen Windstärke bedarf, um die Thiere selbst ohne Flügelschlag in der Luft zu erhalten, und zwar ist die zum Kreisen erforderliche Windstärke um so kleiner, je grösser die Segelgrösse ist. Dieses folgt sowohl aus der theoretischen Ueberlegung wie aus der Beobachtung. So sieht man, dass die Krähen, der Sperber und der Hühnerhabicht nur bei frischer Brise kreisen können, während die Bussarde und der Milan, die Störche und grossen Geier auch bei schwacher Luftbewegung diese bequemste von allen Bewegungsarten anwenden können. Am schönsten beobachtet man den kreisenden Flug bei den Geiern. Es lassen sich daher die Thiere, welchen diese Flugart eigen ist, passend als Geiertypus bezeichnen.

Die einzelnen Bewegungen beim Geierfluge sind folgende.

Der Vogel lässt, nachdem er sich durch Muskelthätigkeit in die Höhe gearbeitet hat, den Wind von hinten her auf sein Gefieder wirken, er lässt sich vom Winde treiben. Dabei erfährt er eine sehr bedeutende Vorwärtsbewegung und zugleich eine kleine Senkung. Das Thier fliegt indessen hierbei nicht gerade aus, sondern es dreht sich; denn während des Gleitens verschiebt der Vogel entweder seinen Schwerpunkt seitwärts durch Wenden des Kopfes oder er verschiebt den Druckmittelpunkt der ganzen dem Winde dargebotenen Fläche seitwärts, indem er den Flügel der einen Seite verkürzt. In beiden Fällen ist der Effekt derselbe: es wird ein Drehungsmoment geschaffen, das das Thier im Kreise

herum zu bewegen strebt. — Wendet z. B. ein Storch, wenn er vor dem Winde abwärts gleitet, seinen Kopf links, oder verkürzt ein Adler oder Geier seinen rechten Flügel, so erfährt das Thier eine Rechtswendung, die es schliesslich gegen den Wind kehrt. Sowie nun der Luftstrom das Thier von vorne fasst, so ändert sich die Stellung der vorher, so lange der Wind von hinten kam, aufgeblähten Federn; das Gefieder legt sich dicht an den Körper an, und somit durchschneidet der Vogel jetzt die Luft mit seinen Flügeln, er durchbohrt sie mit seinem spitz zulaufenden Kopfe in der Weise, dass er nur einen viel geringeren Widerstand erfährt als vorher. Durch geschickte Stellung der Flügel und, wo derselbe einigermassen gross ist, auch des Schwanzes wird der zu überwindende Luftwiderstand zur Hebung benutzt. Dabei wird nun allerdings die von dem Vogel vorher erworbene lebendige Kraft schnell verbraucht. Aber das Thier erhält ja bei weiter fortgesetzter Drehung bald wieder einen neuen Impuls, indem der Wind das Gefieder wieder von neuem von hinten fasst. Die Bahn, die ein solcher Vogel beim Kreisen beschreibt, ist demgemäss eine um einen geneigten Cylinder beschriebene Spirallinie. Ausnahmslos muss der Mittelpunkt der Kreise, die ein ohne Flügelschlag fliegender Vogel beschreibt, sich entweder horizontal (in der Richtung des Windes) oder vertikal (in der Richtung der Schwerkraft) verschieben. Ein wirkliches Stehenbleiben in der Luft, oder ein Kreisen um einen ruhenden Punkt ist nicht möglich ohne active Flugbewegungen.

Den Geiern gleichen in Bezug auf ihre Segelgrösse die Thiere vom Möwentypus, die Sturmvögel und Möwen.

In Grösse und Form der Flügel verhalten sie sich ähnlich zu den Geiern, wie die Schwalben zu den Sperlingen, d. h. ihre Flügel sind ebenso gross wie die Geierflügel, aber dabei bedeutend schmäler, und die Möwen bewegen sich daher in einer von der Art des Geierfluges recht abweichenden Weise.

Indessen sind die Differenzen, welche zwischen dem Möwenfluge und dem Geierfluge hervortreten, keineswegs, wie man wohl erwarten könnte, dieselben, welche, wie wir sahen, vorhanden sind zwischen dem Schwalbenfluge und dem Sperlingsfluge. Bei den schmalen Flügeln der Schwalbe bewirkt der Umstand, dass die Druckmittelpunkte der langen Flügel von den Drehungspunkten weit entfernt sind, dass der Vogel sich einen ungleich kräftigeren

Luftstrom erzeugt, als es den kurzflügeligen Thieren bei gleichem Flügelareale möglich ist; die gerade bei den Schwalben ganz ausserordentlich kräftige Brustmuskulatur (p/P) setzt diese Thiere in den Stand, einen solchen Luftstrom anhaltend und besonders stark zu erzeugen. Auch bei den Möwen liegen die Druckmittelpunkte der Flügel weit von den Drehungspunkten entfernt, aber es fehlt ihnen die kräftige Brustmuskulatur der Schwalbe, ja die Möwen haben sogar von allen fliegenden Thieren die schwächste Flugmuskulatur (p/P). Die Möwen können daher ihre Flügel nicht lange Zeit anhaltend und mit grosser Kraft bewegen; sie können sich nicht selbst den Luftstrom erzeugen, der sie tragen soll. Dagegen ist kein Thier so geschickt, vorhandene Luftbewegung, sie sei nun stark oder schwach, so gut auszunutzen wie die Möwe. Die Verlängerung der Flügel, die weite Hinauslegung der Druckmittelpunkte der beiden Flügel vom Körper gewährt ihnen die Mittel zu dieser wirksamen Ausnutzung. Die Flügellänge ist es, die ihnen die grösste Migrationsfähigkeit verleiht, die von irgend einem Thiere erreicht wird. Sie übertreffen ja selbst die Schwalben und die Falken in der Weite ihrer Wanderzüge.

Ebenso wie die Thiere vom Geiertypus benutzen auch die Möwen vorhandene Luftbewegung, aber sie sind nicht darauf beschränkt, den gerade von hinten kommenden Wind zu benutzen; die Möwen kreuzen vielmehr gegen den Wind; ihre langen und rasch und dabei in sehr mannigfaltiger Weise verstellbaren Unterarme wirken dabei wie riesige, leicht verstellbare Raaen. Je nach Bedürfniss wird die Segelfläche bald hier bald dort in Bezug auf ihre Grösse und die Richtung verändert. Es muss daher zweifellos, ebenso wie der Schwalbenflug als die vollendetste Form der Fortbewegung mit Propellern anzusehen ist, der Möwenflug als die vollendetste Form der Fortbewegung mit Segeln betrachtet werden. Gerade bei den Möwen beobachtet man daher auch am leichtesten die Regulirung der Grösse der relativen Segelfläche je nach der Stärke des Windes. Beobachtet man z. B. eine Schaar Möwen, die bei heftigem Winde am Strande der Nordsee über dem Deiche kreist; jedes Mal, wenn ein Thier über den Deich wegschiesst, wird es von dem heftigen, von der schrägen Böschung des Deiches abprallenden Luftstrom plötzlich von unten getroffen; jedes Mal bewirkt aber auch dieser das Thier so plötzlich treffende Luftstrom eine ebenso plötzliche Verkleinerung des Segelareales. In

schwächerem Winde vergrössert die Möwe ihr Segelareal mehr und mehr. Beide Manöver, die Vergrösserung wie die Verkleinerung des Segelareals, geschehen dabei so schnell und dabei mit einer solchen Sicherheit in der Abmessung der für jede Windstärke erforderlichen Segelgrösse, dass man deutlich erkennt, dass die Regulirung eine durchaus automatische ist, d. h. durch den Wind selbst bewirkt wird.

Wie wichtig die Fähigkeit, die Segel nach Belieben zu verkleinern, für die Vögel ist, erkennt man recht deutlich, wenn man den Flug eines Falken, einer Möwe oder eines andern guten Fliegers unter den Vögeln mit dem eines Insektes von gleicher Segelgrösse vergleicht.

Den Insekten fehlt bekanntlich die Fähigkeit ihre Flügel zu verkürzen und die Segelfläche zu verkleinern, ganz und gar. Wir finden daher bei ihnen das Segelvermögen sehr wenig ausgebildet. Die Tagfalter zumal der Segelfalter und Schwalbenschwanz zeigen sehr deutlich, in welcher Weise selbst die besten Segler unter den Insekten hinter den Vögeln zurückstehen. Diese Tagfalter haben die gleiche Segelgrösse, wie die Bussarde und Milane (log. $\sigma = 0{,}8$), sie können in Folge davon auch bei ruhigem Wetter und mit dem Winde weite Strecken ruhig gleitend zurücklegen; sie können aber nie kreisen, und wenn der Wind nur einigermassen stark ist, so verlieren sie vollkommen die Fähigkeit gegen denselben anzufliegen; sie werden vielmehr willenlos fortgerissen.

Die Schwäche der Flugmuskulatur der Tagfalter und die Kürze der Flügel (p/P und $l/P^{1/3}$) bewirken, dass ihre Flügelschläge weniger kräftig sind.

Abgesehen von den Tagfaltern, die einen besonderen Flugtypus bilden, gehören die Insekten durchweg zu einem oder dem andern der besprochenen Flugtypen.

Diese Flugtypen, wie sie soeben aufgezählt sind, entsprechen nun durchaus den von Mouillard aufgestellten. Die grosse Uebereinstimmung, die sich in den Resultaten zeigt, giebt uns zugleich ein Gefühl der Sicherheit in Bezug auf die erlangten Resultate. Mouillard vermuthete, dass zwischen F und P ein gesetzmässiges Zahlenverhältniss bestehen müsse; nur unter der Voraussetzung einer vorhandenen Abhängigkeit der beiden Zahlenreihen von einander haben seine Berechnungen einen Sinn; wir haben gesehen, wie eine unglücklich gewählte Form der Berech-

nung ihn das ihm vorschwebende Ziel verfehlen liess. Die von Mouillard in einem Flugtypus zusammengefassten Thiere zeigen, wenn man F und P nach dem Verhältniss $F^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet, nahezu vollständige Uebereinstimmung. Es ist dieses auf der einen Seite ein Beleg für die Genauigkeit der Mouillard'schen Beobachtungen, die er zu seiner Classification verwendete, andrerseits ein Beweis für die Anwendbarkeit der Form $F^{1/2}/P^{1/3}$ zur Classification der Flugthiere.

D. Die Schnelligkeit der Flügelbewegung.

Sowohl bei den Untersuchungen v. Lendenfeld's wie bei denen von Legal und Reichel war die Zeitdauer der einzelnen Flügelschläge ausser Acht gelassen worden. Es ist bereits angedeutet worden, dass die Nichtbeachtung dieses wichtigen Factors mehrfach zu Irrthümern Veranlassung gegeben hat. Der Hauptgrund, weswegen die Zeitdauer der Flügelschläge der verschiedenen Thiere nicht die Beachtung fand, die ihr zukommt, war offenbar die Schwierigkeit, exakte Beobachtungen anzustellen über die Schnelligkeit, mit der die einzelnen Flügelschläge aufeinander folgen; wegen der enormen Rapidität der Bewegungen waren lange Zeit alle Angaben über die Zahl der Flügelschläge ausserordentlich wenig zuverlässig.

Erst dem genialen Scharfsinne und der unermüdlichen Ausdauer Marey's verdanken wir einerseits einige Methoden, die mit Sicherheit die Zeitdauer der Flügelschläge zu messen gestatten, andererseits eine Reihe von Beobachtungen über diesen wichtigen Factor.

Es ist allerdings die Zahl der Beobachtungen noch keine sehr grosse; indessen genügt sie doch schon, um zu erkennen, dass eine Abhängigkeit besteht zwischen der Zahl der Flügelschläge und dem Körpergewichte.

Die Tabelle III giebt die Schnelligkeit der Flügelschläge nach den Messungen Marey's und zugleich die Gewichte der Thiere nach eigenen Wägungen.

Stellt man sich nun die zwischen P und n bestehenden Zahlenverhältnisse graphisch dar, indem man die Zahlenwerthe auf ein Coordinatensystem aufträgt, so sieht man, dass ebenso wie bei der graphischen Darstellung der Mouillard'schen Verhältniss-

zahlen die sämmtlichen Punkte innerhalb zweier einander sehr naher Curven fallen, deren Gleichung die Formel darstellt: $n . P^{1/3} =$ const. (Fig. 3a). (Die ausgezogene Curve ist die Hyperbel $n P^{1/3} = 60$).

Fig. 3a.

Eine spätere Untersuchung wird zu zeigen haben, worin die kleinen Schwankungen zwischen den Werthen für $n . P^{1/3}$ ihren Grund haben; ob, wie es den Anschein hat, das Segelareal oder die Flügelgrösse bestimmend wirkt.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass mit Ausnahme von Pieris die Zahl der Flügelschläge der Flugthiere sehr annähernd umgekehrt proportional ist der Kubikwurzel aus den Gewichten derselben.

Das im ersten Theile dieser Arbeit gezeigte Gesetz, dass Thiere von gleicher Flugmethode und verschiedenem Gewichte ähnlich sind und diese aus den Marey'schen Beobachtungen abgeleitete Beziehung zwischen Körpergewicht und Schnelligkeit der Flügelschläge lässt sich vielleicht zusammenfassen in dem Satze:

> Die Enden (und ebenso die Druckmittelpunkte) grosser und kleiner Thiere bewegen sich mit annähernd gleicher Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit der Endpunkte der Flügel beträgt, wenn man die Grösse des Schlagwinkels (nach den Momentphotographien)

auf 150° veranschlagt, bei denjenigen Thieren, von denen Messungen vorliegen, durchschnittlich $\frac{2 . n . l . \pi . 150}{360}$ etwa 9,4 m pro Secunde. Die Figur 3[b] giebt die theoretische Lage der Hyperbel

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

40
80
120
160
200
240
280
320

Fig. 3b.

$n\,l = 360$, sowie die durch die Beobachtung gefundenen Werthe an. Sie lässt den (ausser bei Pieris) beträchtlichen Grad der Uebereinstimmung zwischen der Theorie und der Beobachtung erkennen.

Tabel

Zusammenstellung des Gewichtes P, des Segelareales F, der Flügelfläch
theoretischen Flügellänge h; Berechnung der relativ

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	$\lg.\frac{p \cdot 100}{P}$	F
1	Pteropus edulis	Harting	1380	117,6	8,52	0,930	
2	Pteropus Geoffroyi	Mouillard	58				303
3	Macroglossus minimus	Harting	21,4				
4	Phyllostoma perspicillatum	„	47,7				
5	Phyllostoma spectrum	„	164				
6	Megaderma trifolium	„	52,1				
7	Glossophaga soricinus	„	14,6				
8	Vespertilio pipistrellus	„	5,6	0,35	6,25	0,796	
9	Vespertilio murinus mas.	v. Lendenfeld	20,9				
10	Vespertilio murinus	Harting	34,9				
11	Vespertilio pipistrellus	Müllenhoff	3,708				57,09
12	Plecotus auritus	Harting	10,4	0,76	7,31	0,864	
13	Taphozous saccolaemus	„	18,7				
14	Mormops spec.	„	20,8				
15	Nyctinomus aegyptiacus	Mouillard	6				94,1
16	Molossus longicaudatus	Harting	33,5				
17	Noctilio unicolor	„	44,5				
18	Lanius excubitor femin.	v. Lendenfeld	81				
19	Turdus merula	Marey	94,0				
20	Turdus merula mas.	Harting	88,8	19,05	21,5	1,332	
21	Turdus merula	Legal u. Reichel	74	19,6	26,5	1,423	
22	Turdus pilaris	Müllenhoff	100				316
23	Turdus pilaris mas.	Harting	103,4	23,3	22,5	1,353	
24	Saxicola oenanthe	Marey	56,1				
25	Parus coeruleus	Harting	9,1				
26	Parus major	„	14,5	2,10	14,5	1,161	
27	Alauda cristata	Marey	36,8				
28	Alauda cristata	Mouillard	34				220
29	Alauda cristata mas.	„	37				241
30	Alauda arvensis	Harting	32,2	5,10	15,8	1,200	
31	Emberiza gubernatrix	„	25,5	2,03	7,96	0,901	
32	Fringilla spinus	„	10,1				
33	Fringilla cannabina	Legal u. Reichel	19	5,18	27,2	1,436	
34	Petrocincla cyanea	Mouillard	53				236
35	Budytes flava	„	20				139
36	Passer domesticus femina	v. Lendenfeld	28,33				
37	Passer domesticus mas.	Mouillard	27				134
38	Passer domesticus femina	„	25				121
39	Passer domesticus	Legal u. Reichel	34	8,74	25,7	1,410	
40	Bombycilla garrula	Harting	60,0	11,0	18,3	1,263	
41	Sturnus vulgaris	Marey	78				
42	Sturnus vulgaris	Legal u. Reichel	82,5	20,48	24,8	1,395	
43	Sturnus vulgaris mas.	Harting	86,4	16,45	19,1	1,280	
44	Sturnus vulgaris	Mouillard	71				242
45	Gracula religiosa	Harting	161	17,2	10,7	1,029	
46	Corvus aegyptiacus	Mouillard	395				1426
47	Corvus corax	„	615				2045
48	Corvus cornix	Legal u. Reichel	615	141	22,9	1,360	
49	Corvus cornix	„	615	151	24,6	1,390	
50	Corvus cornix	„	598	140	23,4	1,394	

I.

beider Flügel *f*, der Klafterweite *K*, der Flügellänge beider Flügel *l*, der Grösse dieser Werthe bezogen auf gleiche Gewichte.

g. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	1630	3,63	0,560	120	10,8	1,033	104,4	9,34	0,970				
566				48,4	12,9	1,110							5,72
	94	3,49	0,543	24,5	8,83	0,946	22,4	8,07	0,907				
	190	3,80	0,580	36,8	10,2	1,006	33,2	9,15	0,962				
	626	4,57	0,660	59,9	11,0	1,039	52,8	9,65	0,984				
	164	3,43	0,535	44,8	12,0	1,079	39,0	10,45	1,019				
	94	3,97	0,599	24,0	9,82	0,992	22,8	9,22	0,970				
	50	3,98	0,600	23,5	13,2	1,122	21,0	11,8	1,073				
	180	4,87	0,688										
	140	3,62	0,559	42,0	12,9	1,109	36,0	11,0	1,042				15,4
089	49,59	4,55	0,658	19,75	12,8	1,107	17,45	11,3	1,054				
	70	3,83	0,584	26,0	11,9	1,076	25,0	11,45	1,059				
	158	4,74	0,675	29,5	11,1	1,046	26,4	9,95	0,998				
	94	3,53	0,547	28,7	10,4	1,019	23,4	8,51	0,930				
725				24,3	13,37	1,126							15,68
	104	3,164	0,500	35,2	11,0	1,038	31,0	9,62	0,983				
	25,4	4,50	0,653	46,2	13,0	1,115	44,0	11,2	1,094				
	144	3,82	0,582										
	230	3,34	0,523										
	212	3,26	0,514				32,0	7,17	0,856				
	168	4,10	0,618							8,49	2,03	,308	
183	186	2,94	0,468	39	8,40	0,924	33	7,11	0,852				3,16
	202	3,03	0,481				34,4	7,84	0,866				
	125	2,92	0,466										
	28	2,54	0,404				18,0	8,62	0,936				
	62	3,23	0,509				21,0	8,61	0,935				
	202	4,27	0,631										
061				30,5	9,41	0,974							6,28
089				33,1	9,98	0,997							6,52
	150	3,85	0,585				31,6	9,93	0,997				
	100	3,40	0,531				21,0	7,14	0,853				
	50	3,27	0,515				19,0	8,79	0,944				
	55	4,34	0,638										
012													4,46
038				27	9,95	0,998							6,95
	76	2,86	0,457										
086				23	7,67	0,885							4,96
076				22,6	7,73	0,888							4,84
	82	4,04	0,606							4,72	1,46	0,163	
	88	2,40	0,380				32	8,17	0,912				
	202	3,33	0,522										
	192	3,87	0,587	36,5	8,38	0,924				6,29	1,59	0,201	
	170	2,95	0,470				33,4	7,56	0,878				
375				38,4	9,27	0,967							3,41
	376	3,564	0,552				52,0	9,56	0,980				
712				84	11,45	1,059							3,56
726				107,5	12,6	1,101							3,82
	1343	4,33	0,636							21,1	2,48	0,395	
	1280	4,21	0,624							28,3	2,74	0,438	
	1144	4,01	0,606										

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	p	$\frac{p \cdot 100}{P}$	$\lg. \frac{p \cdot 100}{P}$	F
51	Corvus cornix	Legal u. Reichel	595	131	22,0	1,343	
52	Corvus cornix	"	565	140	24,8	1,394	
53	Corvus cornix	"	557	115	20,6	1,315	
54	Corvus cornix	"	557	120	21,5	1,333	
55	Corvus cornix	"	547	129,7	23,8	1,376	
56	Corvus cornix	"	519	121	23,3	1,368	
57	Corvus cornix	"	498	103,9	20,9	1,320	
58	Corvus cornix	Marey	375				
59	Corvus cornix	Legal u. Reichel	493	108,4	21,9	1,341	
60	Corvus frugilegus	"	575	1219	21,0	1,323	
61	Corvus frugilegus	"	419	89	21,4	1,332	
62	Corvus corone	"	507	109,6	21,7	1,336	
63	Corvus corone	"	484	100,6	20,8	1,320	
64	Corvus corone	"	498	115,1	23,1	1,346	
65	Corvus corone	"	477	93,6	19,6	1,293	
66	Corvus monedula	"	230	54,06	23,5	1,375	
67	Corvus monedula	"	225	55,0	24,5	1,388	
68	Corvus monedula	"	204	53,3	26,1	1,417	
69	Corvus pica	"	202	48,96	24,2	1,385	
70	Corvus pica	"	190	35,3	18,6	1,269	
71	Corvus pica	Marey	179	42,02	23,5	1,370	
72	Corvus pica	"	275				
73	Corvus pica	Legal u. Reichel	212				
74	Nucifraga caryocatactes	"	176	43,3	24,6	1,391	
75	Nucifraga caryocatactes	"	174	39,6	22,8	1,358	
76	Garrulus glandarius	"	125	36,4	29,1	1,464	
77	Garrulus glandarius	"	132	37,5	28,4	1,453	
78	Garrulus glandarius	Müllenhoff	180				900
79	Garrulus glandarius	Legal u. Reichel	156	40,1	25,7	1,410	
80	Garrulus glandarius	"	165	39,9	24,2	1,384	
81	Garrulus glandarius	"	188	45,0	23,9	1,379	
82	Upupa epops	Marey	49,1				
83	Upupa epops	Mouillard	62				480
84	Cypselus apus femina	v. Lendenfeld	33,5				
85	Cypselus apus	Mouillard	33				159
86	Hirundo rustica	v. Lendenfeld	15,7				
87	Hirundo rustica	"	19,4				
88	Hirundo rustica	"	18				
89	Hirundo rustica	"	19,9				
90	Hirundo rustica femina adulta	"	19,9				
91	Hirundo rustica femina juv.	"	19,4				
92	Hirundo urbica	Marey	18,0				
93	Cotyle rupestris	Mouillard	16				124
94	Caprimulgus	"	62				403
95	Ceryle maxima	Marey	86,0				
96	Ceryle maxima	"	82,9				
97	Psittacus erithacus	Harting	300	37,9	12,5	1,102	
98	Psittacus erithacus	Müllenhoff	200				1038
99	Chrysotis amazonica	"	300				1246
100	Plyctolophus sulfureus	Harting	250	28,9	9,6	0,981	
100a	Picus viridis	Legal u. Reichel	101	28,08	27,8	1,444	
101	Alcedo ispida femina	Mouillard	27				116,7
102	Alcedo ispida mas.	"	31				130
103	Alcedo ispida mas.	"	34				131
104	Coracias garrula	"	183				753

P. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	1286	4,26	0,630							20,2	2,38	0,376	
	1310	4,38	0,641							23,18	2,81	0,448	
	1260	4,33	0,636	78	9,48	0,947				21,1	2,56	0,409	
	1324	4,42	0,646										
	1324	4,45	0,648							22,7	2,78	0,443	
	1280	4,42	0,625							22,0	2,74	0,437	
	1008	4,00	0,601							18,5	2,33	0,368	
	1156	4,72	0,674										
	1285	4,81	0,635	92	12,1	1,044				22,8	2,74	0,438	
	1144	4,52	0,655							21,3	2,85	0,454	
	1144	3,82	0,582							20,75	2,61	0,416	
	988	4,00	0,602							19,8	2,52	0,402	
	1284	4,52	0,655							23,4	2,95	0,470	
	1190	3,60	0,556										
	700	4,318	0,653							16,2	2,64	0,422	
	601,4	4,03	0,606	60,0	9,87	0,994				14,81	2,43	0,386	
	610	4,13	0,628	64	10,9	1,036							
	560	4,033	0,606	55,5	9,46	0,976				12,6	2,15	0,332	
	522	3,974	0,599							12,23	2,12	0,327	
	482	3,895	0,591	51	9,05	0,957				10,95	1,95	0,290	
	690	4,04	0,606										
	540	3,91	0,592										
	460	3,83	0,583										
	466	3,87	0,587							11,75	2,16	0,325	
	443	4,32	0,635							11,7	2,34	0,369	
	508	3,60	0,556							12,1	2,38	0,376	
725	565	4,21	0,624	56	9,92	0,996	47,3	8,38	0,923				5,00
	546	4,34	0,638							12,6	2,34	0,369	
	490	4,04	0,606							11,0	2,01	0,302	
	551	4,10	0,613							12,6	2,20	0,342	
	329	4,95	0,695										
243				43,0	10,9	1,036							7,74
	144	3,72	0,571										
195				37,6	11,72	1,069							4,82
	135	4,64	0,667										
	114	3,08	0,599										
	110	4,00	0,602										
	134	4,27	0,631										
	134	4,27	0,631										
	114	3,97	0,599										
	120	4,18	0,621										
645				31	12,3	1,090							7,74
705				50,9	12,86	1,109							6,50
	2,88	3,85	0,585										
	270	3,77	0,576										
	584	3,61	0,558				59,6	8,90	0,950				
742	710	4,56	0,659	71	12,1	1,084	60	10,3	0,011				5,19
722	895	4,47	0,650	73	10,9	1,038	63	9.41	0,974				4,15
	544	3,70	0,569				60,6	9,62	0,988				
	408	3,83	0,583							11,73	2,51	0,400	
556				28,2	7,73	0,888							4,32
480				25	7,96	0,901							4,33
548				26,2	8,09	0,908							3,84
790				62,5	12,1	1,088							5,66

No.	Name des Thieres	Beobachter	P	p	$\frac{p.100}{P}$	$\lg.\frac{p.100}{P}$	F	ϵ
105	Merops apiaster	Marey	18,30					
106	Vultur cinereus	„	1535					
107	Vultur spec.	„	1664					
108	Otogyps auricularis	Mouillard	8152				11129,5	[illegible]
109	Gyps fulvus	„	7501				10445	[illegible]
110	Neophron percnopterus	„	1705				4132	[illegible]
111	Haliaetus albicilla	Müllenhoff	5000				11047	[illegible]
112	Haliaetus albicilla	„	4500				9420	[illegible]
113	Haliaetus albicilla	„	4900				8000	[illegible]
114	Pandion haliaetos	Legal u. Reichel	3055	744	24,3	1,386		
115	Pandion haliaetos	Mouillard	1270				3292	[illegible]
116	Pandion haliaetos	Legal u. Reichel	1950	518	26,6	1,424		
117	Falco migrans	Marey	620					
118	Falco tinnunculus	„	129					
119	Falco tinnunculus	Mouillard	181				920	[illegible]
120	Falco tinnunculus	Legal u. Reichel	260	51,7	19,9	1,299		
121	Falco tinnunculus minor	Marey	147					
122	Falco Kobeck (?)	„	282					
123	Falco subbuteo	„	510					
124	Falco peregrinus	Mouillard	580				1542	[illegible]
125	Milvus aegyptius	„	640				2874	[illegible]
126	Astur palumbarius	Müllenhoff	800				2100	[illegible]
127	Astur palumbarius	Mouillard	290				1090	[illegible]
128	Accipiter nisus femina	Müllenhoff	260				1210	[illegible]
129	Accipiter nisus juvenis	Legal u. Reichel	275	85,1	31,0	1,491		
130	Accipiter nisus	„	766	250	32,7	1,514		
131	Accipiter nisus	Mouillard	152				934	[illegible]
132	Accipiter nisus	Müllenhoff	150				685	[illegible]
133	Accipiter nisus femina	„	250				1060	[illegible]
134	Accipiter nisus mas	v. Lendenfeld	266					
135	Circus aeruginosus	Marey	209					
136	Buteo vulgaris	Müllenhoff	900				3570	[illegible]
137	Buteo vulgaris	„	900				3560	[illegible]
138	Buteo vulgaris	„	800				3240	[illegible]
139	Buteo vulgaris	„	600				3055	[illegible]
140	Buteo vulgaris	Marey	785					
141	Buteo vulgaris	Legal u. Reichel	785	154,6	19,7	1,295		
142	Buteo vulgaris	„	1217	242	19,8	1,297		
143	Archibuteo lagopus	„	862	176,9	20,5	1,313		
144	Archibuteo lagopus	Müllenhoff	1000				3583	[illegible]
145	Archibuteo lagopus	„	890				3200	[illegible]
146	Archibuteo lagopus	„	1000				3686	[illegible]
147	Archibuteo lagopus	„	1000				3550	[illegible]
148	Archibuteo lagopus	„	900				3000	[illegible]
149	Archibuteo lagopus	„	1125				3960	[illegible]
150	Archibuteo lagopus	„	750				3550	[illegible]
151	Strix flammea	„	400				1560	[illegible]
152	Strix flammea	„	250				1800	[illegible]
153	Strix flammea	Mouillard	305				1412	[illegible]
154	Asio otus	Müllenhoff	275				1470	[illegible]
155	Asio otus	Legal u. Reichel	232	47,9	20,6	1,315		
156	Asio otus	„	237	50,84	21,4	1,331		
157	Asyo brachyotus	Müllenhoff	870				1710	[illegible]
158	Syrnium aluco	Legal u. Reichel	1777	376	21,1	1,325		
159	Athene passerina	Marey	129					

lg. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	117	4,11	0,613										
	3233	4,93	0,693										
	3131	4,72	0,674										
0,720				266	13,2	1,121							1,36
0,718				251	12,8	1,108							1,39
0,731				161,5	13,5	1,131							2,42
0,789	7973	5,22	0,718	226	13,2	1,121	190	11,1	1,046				2,20
0,769	7000	5,07	0,705	217	13,1	1,119	182	11,0	1,042				2,09
0,722	6200	4,64	0,666	209	12,3	1,090	185	10,9	1,037				1,63
	5852	5,27	0,722							49,0	3,38	0,528	
0,724				155	14,3	1,155							2,59
	3142	4,49	0,653							41,8	3,35	0,525	
	1904	5,12	0,709										
	642	5,02	0,700										
0,729				74,0	13,1	1,117							5,08
	680	4,09	0,611	65	10,2	1,008				18,0	2,82	0,450	
	546	4,42	0,646										
	970	4,75	0,676										
	1684	5,14	0,711										
0,673				104	12,4	1,094							2,65
0,794				133	15,4	1,189							4,49
0,693	1,520	4,20	0,623	103	11,1	1,045	92	9,91	0,991				2,51
0,686				71,8	10,85	1,035							3,55
0,736	800	4,43	0,647	75	11,8	1,070	67	10,5	1,021				4,65
	690	4,29	0,633	68	10,5	1,019				17,9	2,75	0,440	
				88,5	9,67	0,986							
0,758				61,8	11,58	1,064							6,14
0,693	496	4,19	0,622	55,5	10,4	1,019	49,5	9,32	0,969				4,57
0,717	710	4,23	0,626	69	11,0	1,040	60	9,53	0,971				4,32
	866	4,58	0,661										
	1188	5,81	0,764										
0,792	2610	5,29	0,724	130	13,5	1,129	113	11,7	1,068				3,86
0,791	2590	5,27	0,722	126	13,1	1,116	109	11,3	1,053				3,85
0,788	2210	5,06	0,705	125	13,5	1,129	105	11,3	1,054				4,05
0,817	2170	5,52	0,742	117	13,9	1,142	100	11,9	1,074				5,09
	1651	4,41	0,644										
	2350	4,54	0,657	123	11,5	1,061	30,1	2,82	0,450				
	2280	5,02	0,700	120	12,6	1,101				31,0	3,26	0,513	
0,777	2359	4,86	0,687	140	14,0	1,146	117	11,7	1,068				3,58
0,770	2020	4,67	0,670	129	13,4	1,128	108	11,2	1,050				3,59
0,783	2445	4,95	0,695	135	13,5	1,303	114	11,4	1,057				3,69
0,775	2510	5,01	0,700	144	13,0	1,114	123,5	11,3	1,053				3,55
0,754	2220	4,88	0,689	132	13,7	1,136	115,5	12,0	1,080				3,333
0,783	2880	5,15	0,712	143	13,7	1,138	123	11,8	1,072				3,53
0,817	2420	5,41	0,734	137	15,1	1,178	116	12,8	1,106				4,73
0,732	1190	4,68	0,670	97	13,2	1,119	84	11,4	1,057				4,62
0,828	1440	6,02	0,780	97	15,4	1,188	84,5	13,4	1,128				7,20
0,747				94	14,0	1,145							4,62
0,771	1010	4,89	0,689	92	14,1	1,151	88,5	13,6	1,134				5,35
	1102	5,40	0,733	92	15,0	1,1753				21,8	3,55	0,550	
	1154	5,49	0,740							21,12	3,41	0,533	
0,760	1230	4,89	0,689	103	14,3	1,157	88	12,3	1,088				4,62
	3020	4,54	0,657	94,5	7,80	0,892				33,2	2,74	0,438	
	442	4,16	0,619										

Nr.	Name des Thieres	Beobachter	P	p	$\frac{p.100}{P}$	$\lg.\frac{p.100}{P}$	F	σ
160	Athene passerina	Marey	123					
161	Ephialtes scops	Mouillard	150				584	4,5
162	Columba livia	De Lucy	290					
163	Columba livia mas.	v. Lendenfeld	298					
164	Columba livia mas	Müllenhoff	205				1033	5,[illegible]
165	Columba livia femina	"	202				637	4,[illegible]
166	Columba domestica	Legal u. Reichel	206	93,8	45,5	1,658		
167	Columba domestica	"	335	113	34,7	1,541		
168	Columba aegyptiaca mas.	Mouillard	257				597	3,[illegible]
169	Columba vinacea	Marey	112					
170	Columba aegyptiaca	Mouillard	223				627	4,[illegible]
171	Columba aegyptiaca	"	110				513	4,[illegible]
172	Tetrao urogallus mas.	Müllenhoff	2700				2900	3,[illegible]
173	Tetrao urogallus mas.	"	2600				2916	3,[illegible]
174	Tetrao urogallus femina	"	1450				2250	4,[illegible]
175	Tetrao tetrix mas.	"	1350				1571	3,[illegible]
176	Tetrao tetrix mas.	"	1030				1268	3,[illegible]
177	Tetrao tetrix mas.	"	1200				1460	3,[illegible]
178	Tetrao tetrix femina	"	730				881	3,[illegible]
179	Tetrao tetrix femina	"	1000				1250	3,[illegible]
180	Tetrao bonasia	"	370				630	3,[illegible]
181	Tetrao bonasia	"	375				585	3,[illegible]
182	Lagopus alpinus	"	530				925	3,[illegible]
183	Lagopus alpinus	"	650				730	3,[illegible]
184	Perdix rufa	"	380				613	3,[illegible]
185	Perdix rufa	"	340				600	3,[illegible]
186	Perdix cinerea mas.	"	450				593	3,[illegible]
187	Perdix cinerea	Legal u. Reichel	320	105	32,8	1,516		
188	Perdix cinerea	"	372	123	33,1	1,519		
189	Perdix cinerea	"	375	126	33,6	1,530		
190	Perdix cinerea	Marey	280					
191	Coturnix communis	Mouillard	100				222	3,[illegible]
192	Coturnix communis mas.	v. Lendenfeld	92,1					
193	Pavo crist. m. (Schwanz 30 cm lg.)	Müllenhoff	3300				5780	5,[illegible]
194	Phasianus colchicus fem.	"	950				[illegible]	3,[illegible]
195	Phasianus colchicus mas.	"	1100				1455	3,[illegible]
196	Phasianus colchicus mas.	"	1000				1486	3,[illegible]
197	Phasianus colchicus mas.	"	1570				1645	3,[illegible]
198	Phasianus colchicus mas.	"	1250				1838	3,[illegible]
199	Phasianus colchicus mas.	"	1125				1460	[illegible]
200	Meleagris gallopavo	Mouillard	3000				3200	[illegible]
201	Otis tarda femina	Müllenhoff	8900				7335	4,[illegible]
202	Otis tarda mas.	"	9600	2300	23,9	1,378	8191	4,[illegible]
203	Grus (Grue d'Australie)	De Lucy	9500					
204	Rallus pectoralis	Harting	142	15,4	10,8	1,034		
205	Rallus aquaticus mas.	"	170,5	19,05	11,2	1,048		
206	Rallus aquaticus	Mouillard	192				506	3,[illegible]
207	Fulica atra	Harting	495	51,8	10,5	1,0197		
208	Gallinula chloropus	Mouillard	595				954	3,[illegible]
209	Oedicnemus crepitans femina	"	455				868	3,[illegible]
210	Oedicnemus crepitans mas.	"	470				874	3,[illegible]
211	Hoplopterus spinosus	Marey	160					
212	Hoplopterus spinosus	Mouillard	170				702	4,[illegible]
213	Charadrias pluvialis	"	160				454	3,[illegible]
214	Charadrias pluvialis	Legal u. Reichel	190	55,8	29,4	1,468		

g·σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	394	3,99	0,601										
58				52,6	9,90	0,996							3,89
	750	4,14	0,617										
	608	3,69	0,567										
30	598	4,14	0,617	70	11,9	1,075	59	10,0	1,003				4,88
93	541	3,96	0,598	64	10,9	1,083	54	9,20	0,964				4,14
	650	3,97	0,599	64	9,31	0,969							
85				56	8,81	0,945							2,81
	292	3,55	0,550										
16				59,4	8,80	0,991							2,81
75				21,5	4,49	0,652							4,66
87	1785	3,04	0,483	116	8,33	0,921	96	6,90	0,839				1,07
94	1800	3,09	0,489	113	8,22	0,915	96	6,98	0,844				1,12
20	1380	3,28	0,516	102	9,01	0,955	85	7,51	0,875				1,54
65	995	2,85	0,456	82	7,42	0,870	79,5	7,20	0,857				1,16
47	850	2,89	0,460	80	7,92	0,899	68	6,73	0,828				1,23
56	880	2,79	0,446	87	8,19	0,913	71	6,68	0,825				1,21
58	530	2,56	0,408	62,5	6,94	0,842	51	5,67	0,753				1,21
49	775	2,78	0,445	75	7,50	0,875	61,5	6,15	0,789				1,25
44	340	2,57	0,510	52	7,24	0,860	40	5,58	0,746				1,70
96	375	2,69	0,429	51	7,07	0,850	40	5,55	0,744				1.56
75	640	3,13	0,495	66	8,15	0,911	56	6,92	0,840				1,74
94	452	2,45	0,390	60	6,93	0,841	50	5,77	0,761				1,12
94	400	2,76	0,441	51	7,04	0,848	41	5,66	0,753				1,61
46	340	2,64	0,422	49	7,02	0,846	38	5,45	0,736				1,76
02	365	2,49	0,397	53	6,92	0,840	41	5,35	0,728				1,32
	336	4,03	0,606							9,28	1,36	0,133	
	382	4,20	0,623							10,5	1,46	0,146	
	366	4,03	0,606							10,56	1,47	0,147	
	320	2,734	0,437										
07													2,22
	142	2,64	0,421										
08	3480	3,96	0,598	128	8,60	0,934	104	6,99	0,844				1,75
44	755	2,80	0,446	64	6,51	0,814	52	5,29	0.723				1,25
68	855	2,83	0,452	72	6,97	0,844	57	5,52	0,742				1,32
86	880	2,97	0,472	76	7,60	0,881	61	6,10	0,785				1,49
43	895	2,57	0,411	72	6,19	0,792	55	4,63	0,675				1,05
00	896	2,78	0,444	72	6,68	0,825	56	5.20	0,716				1,46
65	900	2,88	0,459	73	7,01	0,846	59	5,67	0,753				1,28
94				110	7,63	0,882							1,07
16	5729	3,65	0,563	207	9,99	0,995	184	8,88	0,948				0,844
29	5937	3,63	0,560	208	9,79	0,991	181	8,52	0,930				0,853
	8543	4,36	0,640										
	328	3,47	0,541				42,0	8,05	0,906				
	202	2,563	0,409				33,0	5,95	0,774				
01													2,64
	524	2,893	0,461				53	6,70	0,826				
45				69,6	8,28	0,918							1,60
83				80	10,40	1,017							1,90
60				77,3	9,94	0,998							1,90
	636	4,65	0,667										
80				60,0	10,8	1,035							4,13
04				58,2	10,72	1,030							2,41
	366	3,33	0,522							14,6	2,54	0,408	

Nr.	Name des Thieres	Beobachter	P	p	$\frac{p.100}{P}$	$\lg.\frac{p.100}{P}$	F
215	Charadrias pluvialis	Legal u. Reichel	170	49,3	29,0	1,462	
216	Charadrias minor	"	59,5	17,6	29,6	1,471	
217	Haematopus ostralegus	"	555	137	24,7	1,392	
218	Haematopus ostralegus	"	488	79,5	16,3	1,212	
219	Haematopus ostralegus	"	521	128,1	24,6	1,390	
220	Haematopus ostralegus	"	445	106	23,8	1,377	
221	Haematopus ostralegus	"	437	99,4	22,7	1,357	
222	Haematopus ostralegus	"	389	93,9	24,1	1,383	
223	Haematopus ostralegus	"	358	42,1	11,8	1,070	
224	Haematopus ostralegus	"	341	84,8	24,9	1,396	
225	Glareola torquata	Mouillard	67				319
226	Glareola	Marey	95,2				
227	Vanellus cristatus	Legal u. Reichel	190	53,5	28,2	1,450	
228	Vanellus cristatus	"	204	55,0	27,0	1,431	
229	Vanellus cristatus	"	232	63,0	27,2	1,434	
230	Vanellus cristatus	"	232	64,4	27,8	1,443	
231	Vanellus cristatus	Mouillard	210				1035
232	Strepsilas interpres	Legal u. Reichel	136	32,7	24,0	1,381	
233	Scolopax rusticola	Müllenhoff	300				700
234	Scolopax rusticola	"	320				705
235	Scolopax rusticola	"	300				715
236	Scolopax gallinago	Mouillard	100				325
237	Scolopax gallinago	Müllenhoff	300				640
238	Scolopav gallinago	"	270				685
239	Scolopax gallinago	"	300				690
240	Scolopax gallinago	Legal u. Reichel	55	13,3	24,2	1,384	
241	Rhynchaea capensis	Mouillard	103				349
242	Numenius phaeopus	Harting	440	59,3	13,5	1,130	
243	Numenius arpuatus mas.	Mouillard	764				1200
244	Numenius arquatus femina	"	520				1181
245	Numenius	Legal u. Reichel	585	167	28,5	1,456	
246	Numenius	"	615	175	28,5	1,454	
247	Numenius	"	676	169	25,0	1,398	
248	Numenius	"	695	199	28,6	1,457	
249	Numenius	"	762	203	26,6	1,426	
250	Numenius	"	898	217	24,2	1,383	
251	Machetes pugnax mas.	Harting	190	48,4	25,5	1,406	
252	Tringa cinclus	Legal u. Reichel	120	31,5	26,2	1,419	
253	Tringa subarquata	Mouillard	76				305
254	Tringa canutus	"	24				130
255	Tringa spec.	Legal u. Reichel	49,5	13,5	27,3	1,436	
256	Limosa rufa	"	208	53,2	25,6	1,4078	
257	Limosa rufa	"	220	56,2	25,5	1,407	
258	Limosa rufa	"	227	57,6	25,4	1,404	
258a	Limosa rufa	"	235	67,4	28,7	1,458	
259	Totanus spec.	"	47	12,4	26,4	1,421	
260	Totanus spec.	"	49	12,54	25,5	1,407	
261	Totanus fuscus	"	229	58,6	25,6	1,408	
262	Recurvirosta avocetta	Mouillard	325				705
263	Ibis falcinellus	"	365				1240
264	Ciconia	Legal u. Reichel	3300	857	26,0	1,415	
265	Ciconia alba	Mouillard	2140				6152
266	Ciconia alba	De Lucy	2265				
267	Ardea nycticorax	Mouillard	615				1808
268	Ardea cinerea femina	v. Lendenfeld	1409,5				

σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	$\lg.\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	$\lg.\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	$\lg.\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	$\lg.\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	334	3,30	0,518							13,3	2,40	0,380	
	183	3,46	0,540							10,45	2,69	0,430	
	722	3,27	0,514	81	9,86	0,994				19,1	2,32	0,366	
				75	9,53	0,979							
	740	3,38	0,529							19,8	2,46	0,391	
	642	3,32	0,521							16,5	2,16	0,335	
	697	3,48	0,542							19,9	2,62	0,419	
	670	3,55	0,550							18,2	2,49	0,397	
	562	3,34	0,524										
	708	3,81	0,581							19,4	2,78	0,444	
				52,5	12,93	1,112							4,76
	343	4,06	0,608										
	614	4,31	0,635							17,1	2,97	0,473	
	624	4,345	0,638							20,6	3,50	0,544	
	720	4,37	0,640							19,3	3,14	0,497	
	730	4,40	0,643	66	10,7	1,031				20,7	3,37	0,528	
				75,5	12,70	1,104							4,13
	235	2,97	0,473							10,47	2,04	0,310	
	500	3,34	0,524	63	9,41	0,974	53	7,92	0,899				2,33
	500	3,27	0,515	64	9,36	0,971	54	7,90	0,897				2,20
	505	3,36	0,526	63	9,41	0,974	53	7,92	0,899				2,38
				44,3	9,54	0,980							3,28
	440	3,13	0,496	59	8,81	0,945	48	7,17	0,856				3,28
	490	3,42	0,535	62	9,59	0,982	53	8,20	0,914				3,52
	505	3,36	0,526	60	8,96	0,953	51	7,62	0,882				3,30
	137	3,08	0,488							8,41	2,2	0,345	
				40,6	8,66	0,938							3,39
	964	4,08	0,611				90	11.8	1,073				
				103	11,23	1,050							1,56
				95,5	11,87	1,075							2,27
	920	3,63	0,559							21,8	2,61	0,416	
	1020	3,64	0,561							23,5	2,68	0,428	
	936	3,45	0,538	93,5	10,6	1,024				23,0	2,60	0,414	
	924	3,33	0,522	98	10,7	1,031				22,11	2,42	0,384	
	1160	3,53	0,548							25,5	2,64	0,422	
	328	3,150	0,498				52,4	9,11	0,960				
	262	3,28	0,516							10,3	2,09	0,320	
				43,8	10,34	1,014							4,01
				29,6	10,37	1,011							5,41
	136	3,18	0,502	37	10,1	1,003				7,9	2,15	0,333	
	425	3,48	0,542							15,7	2,65	0,423	
	428	3,43	1,535							16,5	2,73	0,437	
	444	3,45	0,538							16,7	2,74	0,437	
	492	3,59	0,556							16.8	2,72	0,435	
	144	3,33	0,522							9,01	2,50	0,397	
	149,4	3,34	0,524										
	494	3,63	0,550							16,8	2,74	0,439	
				70	10,18	1,008							2,16
				90,0	12,6	1,100							3,39
	4880	4,30	0,633	170	11,4	1,058				49,0	3,29	0,517	
				208	16,2	1,208							2,87
	4506	5,11	0,708										
				104	12,2	1,087							2,94
	3584	5,34	0,727										

Nr.	Name des Thieres	Beobachter	P	p	$\frac{p.100}{P}$	$\lg.\frac{p.100}{P}$	F
269	Botaurus stellaris mas	Müllenhoff	1500				2735
270	Ardetta minutus	Mouillard	318				1313
271	Anser cinereus	„	2020				2443
272	Anas	Legal u. Reichel	606	165	27,2	1,435	
273	Anas boschas femina	Müllenhoff	880				1141
274	Anas boschas mas	„	1100				1470
275	Anas boschas mas	„	900				1203
276	Anas boschas femina	„	900				1223
277	Anas boschas mas	„	950				1325
278	Anas boschas femina	„	900				1286
279	Anas boschas mas	„	1000				1213
280	Anas querquedula	Mouillard	297				526
281	Anas crecca mas	Harting	275,5	63,85	23,17	1,365	288
282	Anas clypeata mas	Mouillard	925				837
283	Anas clypeata femina	„	727				746
284	Fuligula cristata	Legal u. Reichel	1116	343	30,6	1,486	
285	Fuligula clangula	Müllenhoff	827				720
286	Fuligula glacialis	„	922				850
287	Fuligula nyroca	Harting	508	76,6	15,1	1,178	
288	Pelecanus onocrotalus	Mouillard	6625				9986
289	Procellaria gigantea	„	2880				3781
290	Puffinus Kuhlii	„	700				1400
291	Puffinus Kuhlii	„	500				1400
292	Diomedea exulans	Pettigrew	12700				17800
293	Larus melanocephalus	Mouillard	232				1093
294	Larus melanocephalus	„	280				1384
295	Larus argentatus	Hartirg	565	93,0	16,5	1,217	
296	Larus argentatus	Legal u. Reichel	842	143	17,0	1,230	
297	Larus argentatus	„	1035	161,2	15,7	1,195	
298	Larus argentatus	„	1225	198	16,1	1,207	
299	Larus argentatus	„	1080	185	17,1	1,234	
300	Larus ridibundus	Harting	197	26,13	13,25	1,122	
301	Larus canus	Legal u. Reichel	355	68,3	19,2	1,284	
302	Larus canus	„	642				
303	Larus canus	„	720	130	18,1	1,257	
304	Larus canus	„	785	130	16,6	1,219	
305	Sterna cantiaca	„	174	34,9	20,1	1,302	
306	Sterna hirundo	„	116	25,3	21,8	1,339	
307	Sterna minuta	„	53,0	11,9	22,5	1,351	
308	Dactylopterus volitans	Harting	572				
309	Exocoetus evolans	„	107				
310	Decticus verrucivorus	v. Lendenfeld	265				
311	Ephemera vulgata	Müllenhoff	0,0308				1,594
312	Calopteryx virgo femina	v. Lendenfeld	0,2				
313	Calopteryx virgo mas	„	0,1				
314	Agrion puella mas	„	0,026				
315	Libellula cyanea mas	„	0,92				
316	Libellula depressa	Krarup Hansen	0,2				12,31
317	Libellnla depressa mas	v. Lendenfeld	0.6				
318	Libellula vulgata mas	„	0,15				
319	Libellula cancellata femina	Müllenhoff	0,62				
320	Cordulia aenea mas	v. Lendenfeld	0,24				
321	Libellula cancellata mas	„	0,44				
322	Libellula quadrimaculata mas	„	0,29				
323	Setodes pilosus	Müllenhoff	0,0180				1,56

lg. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
0,660	1915	3,83	0,583	120	10,5	1,021	100	8,74	1,941				1,83
0,725				89,3	13,08	1,117							4,13
0,592				137	10,84	1,035							1,20
	642	2,99	0,476	78	9.22	0,965				18,6	2,20	0,342	
0,547	685	2,73	0,436	83	8,66	0,938	69,5	7,25	0,861				1,29
0,570	900	2,91	0,463	94	9,11	0,959	78	7,56	0,878				1,33
0,555	710	2,76	0,441	83,5	8,65	9,937	70	7,25	0,860				1,34
0,559	735	2,81	0,449	89	9,22	0,965	73	7,56	0,879				1,36
0,569	838	2,94	0,469	87,5	8,90	0.949	75	7,63	0,883				1,43
0,570	813	2,95	0,470	88	9,12	0,960	71	7,36	0,867				1,43
0,542	687	2,62	0,419	85	8,50	0,929	72	7,20	0,857				1,21
0,536													1,77
0,416							49,6	7,61	0,882				
0,473				72	7,39	0,869							0,900
0,582				70	7.79	0,891							1,02
	1440	3,66	0,563	104	10,0	1,001				25,3	2,44	0,387	
0.456	480	2,33	0,368	69	7,35	0,866	58	6,18	0,791				0,870
0,477	550	2,41	0,382	74	7,60	0,881	63	6,47	0,811				0,922
	642	3,17	0,501				70	8,77	0,943				
0,726				280	14,90	1,174							1,50
0.636				175	12,30	1,090							1,31
0,625				125	14,05	1,149							2,00
0,673				117	14,74	1,169							1,75
0,757				400	17,1	1,234							1,40
0,731				94,6	15,40	1,187							4,71
0,749				96,5	14,74	1,169							4,81
	1082	3,98	0,600				96	11,6	1,065				
	1550	4,17	0,620							31,0	3,28	0,516	
	2380	4,83	0,684							40,0	3,91	0.592	
	1880	4,05	0,608							34,4	3,21	0,507	
	1936	4,29	0,632							34,0	3,31	0,520	
	662	4,42	0,646				83,0	14,3	1,154				
	1118	4,72	0,674	108	15,3	1,183				25,1	3,55	0,550	
	1748	4,85	0,685							33,4	3,87	0,588	
	1742	4,66	0,667							30,0	3,35	0,525	
	1920	4,75	0,677							31,7	3,44	0,536	
	660	4,60	0,663	93,6	16,8	1,225				23,3	4,17	0,621	
	427	4.24	0,627	79	16,2	1,209				17,6	3,61	0,557	
	185,4	3,63	0,560	50	13,3	1,124				10,93	2,90	0,463	
	440	2,47	0,393	41	4,94	0,694	43	5,18	0,714				
	124	2,346	0,370	24	5,05	0,704	21	4,42	0,646				
	12,98	2,60	0,416										
0,605	1,26	3.58	0,554	3,7	11,8	1,072	3,45	11,0	1,042				51,6
	13,94	6,38	0,805	7,5	12,8	1,108	7,4	12,7	1,102				
	11,12	7,18	0,856	6,8	14,6	1,166	6,6	14,2	1,153				
	2,20	5,01	0,700	4,5	15,4	1,187	4,4	15,0	1,178				
	22,90	4,92	0,692	10,8	11,1	1,046	10,6	10,9	1,037				
0.778				8	13,7	1,136							61,6
	13,32	4,33	0,636	8,2	9,72	0,988	7,8	9,25	0,966				
	7,28	5,08	0,706	5,7	10,7	1,031	5,7	10,7	1,031				
	14,56	4,48	0,651	8,5	9,97	0,999	8,2	9,62	0,983				
	10,48	5,22	0,718	7,1	11,4	1,058	7,0	11,3	1,052				
	14,08	4,93	0,693	8,6	11,3	1,053	8,4	11,0	1,043				
	11,08	5,03	0,702	7,6	11,5	1,06	7,4	11,2	1,048				
0,725	1,41	5,05	0,703	8,0	12,8	1,106	2,8	11,9	1,076				120,0

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	p	$\frac{p.100}{P}$	$\lg.\frac{p.100}{P}$	F
325	Calosoma sycophanta	Müllenhoff	0,6414				5,10
326	Calosoma sycophanta	„	0,8026				5,96
327	Hydrophilus piceus mas.	„	5,2124				14,11
328	Hydrophilus piceus femina	„	4,9500				13,00
329	Hydrophilus piceus mas.	„	3,3276				11,40
330	Hydrophilus piceus femina	„	3,175				11,79
331	Dyticus marginalis fem. gefurcht	„	1,7772				7,24
332	Dyticus marginalis femina glatt	„	2,3230				9,90
333	Dyticus marginalis fem. gefurcht	„	1,9620				7,75
334	Dyticus marginalis mas.	„	1,2770				8,65
335	Acilius sulcatus mas.	„	0,3147				2,92
336	Colymbetes fuscus	„	0,2755				3,15
337	Colymbetes Grapii	„	0,0770				1,37
338	Geotrupes stercorarius	„	0,9975				3,80
339	Melolontha vulgaris femina	„	0,9508				6,70
340	Melolontha vulgaris mas.	„	0,975				6,17
341	Melolontha vulgaris mas.	„	0,6670				4,60
342	Ludius aeneus	„	0,0686				1,02
343	Culex pipiens	De Lucy	0,003				
344	Chironomus stercorarius	Müllenhoff	0.0012				0,055
345	Pachyrhina pratensis mas.	„	0,0410				0,94
346	Pachyrhina pratensis femina	„	0,0730				0,86
347	Tabanus infuscatus mas.	v. Lendenfeld	0,16				
348	Leptis scolopacea mas.	Müllenhoff	0,0295				0,86
349	Leptis scolopacea mas.	„	0,0340				0,83
350	Leptis scolopacea femina	„	0,0782				0,84
351	Leptis scolopacea mas.	„	0,0260				0,68
352	Musca vomitoria	„	0,0650				1,18
353	Musca domestica femina	„	0,0169				0,45
354	Musca domestica	„	0,0100				0,30
355	Musca domestica	„	0,0115				0,31
356	Pollenia rudis	„	0,0534				0,72
357	Eristalis rupium	„	0,0882				0,66
358	Eristalis aeneus	„	0,0384				0,65
359	Eristalis aeneus	„	0,0387				0,67
360	Eristalis aeneus	„	0,629				0,76
361	Eristalis aeneus	„	0,0355				0,67
362	Eristalis aeneus	„	0,0380				0,55
363	Syrphus scriptus	„	0,0070				0,27
364	Sarcophaga carnaria	„	0,0690				0,92
365	Sarcophaga stercoraria	„	0,0230				0,54
366	Papilio podalirius	„	0,34				12,00
367	Pieris brassicae	„	0,0818				9,78
368	Pieris brassicae	De Lucy	0,2				
369	Rhodocera rhamni mas.	v. Lendenfeld	0,183				
370	Rhodocera rhamni	Müllenhoff	0,1284				11,70
371	Argynnis aphirophe mas.	v. Lendenfeld	0,025				
372	Vanessa urticae	Müllenhoff	0,1140				8,80
373	Vanessa C-album	„	0,0388				3,43
374	Lycaena argus mas.	v. Lendenfeld	0,012				
375	Sphinx pinastri mas.	„	0,43				
376	Sphinx pinastri femina (mit Eiern)	„	0,54				
377	Sphinx ligustri femina	„	1,92				
378	Sphinx ligustri mas.	„	1,37				

·σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	$\lg.\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	$\lg.\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	$\lg.\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	$\lg.\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
118	3,90	2,29	0,360	5,4	6,26	0,797	4,3	5,99	0,698				7,96
119	3,36	1,97	0,295	5,7	6,13	0,788	4,4	4,73	0,675				7,42
336	7,79	1.61	0,207	8,8	5,08	0,706	7,4	4,27	0,630				2,71
325	7,70	1,63	0,212	8,5	4,99	0,698	7,2	4,23	0,626				2,63
354	6,74	1,74	0,240	7,9	5,29	0,724	6,6	4,42	0,645				3,42
369	6,00	1,67	0,222	7,2	4,90	0,690	5,9	4,01	0,604				3,71
347	4,79	1,81	0,257	6,0	4,95	0,695	5,0	4,13	0,616				4,07
376	6,58	1,94	0,287	7,3	5,51	0,742	6,2	4,68	0,671				4,27
347	5,10	1,80	0,256	6,6	5,27	0,732	5,7	4,56	0,659				3,95
333	6,00	2,26	0,354	7,0	6,45	0,809	6,0	5,58	0,748				6,76
100	2,01	2,09	0,319	4,0	5,88	0,760	3,4	5,00	0,699				7,36
336	2,40	2,38	0,377	4.0	6,14	0,789	3,5	5,38	0,731				9,10
340	0,89	2,22	0,346	2,6	6,11	0,786	2.1	4,94	0,693				17,8
390	1,77	1,33	0,124	5,0	5,00	0,699	3,6	3,60	0,557				3,85
2	3,66	1.95	0,289	6,1	6,20	0,793	5,0	5,09	0,706				7,05
399	3,57	1,91	0,280	6,45	6,45	0,810	5,3	5,35	0,728				6,33
390	2,85	1,93	0,286	6,1	6,98	0,844	4,9	5,61	0,746				6,90
392	0,67	2,00	0,3010	1,8	4,40	0,643	1,4	3,42	0,534				14,9
	0,3	3.80	0,580										
344	0,035	1,76	0,246	0,7	6,59	0,819	0,65	6,12	0,787				45,8
349	0,69	2,41	0,382	3,4	9,86	0,994	3,2	9,28	0,967				22,9
346	0,62	1,88	0,275	3,6	8,61	0,935	3,3	7,90	0,897				11,8
	1,76	2,44	0,388										
347	0,62	2,55	0,406	2,8	8,86	0,947	2,5	7,91	0,898				29,1
349	0,58	2,35	0,371	2,6	8,03	0,905	2,3	7,10	0,851				24,4
331	0,58	1,78	0,251	2,6	6,08	0,784	2,3	5,38	0,731				10,8
345	0.46	2,29	0,360	2,3	7,76	0,890	2,0	6,75	0,829				26,1
332	0,72	2,12	0,324	2,4	6,26	0,777	1,8	4,48	0,651				18,2
317	0,25	1,95	0,290	1,5	5.85	0,767	1,2	4,68	0,670				26,2
305	0,18	1,97	0,294	1,4	6,50	0,813	1,2	5,57	0,746				30,0
302	0,16	1,77	0,249	1,4	6,20	0,793	1,2	5,32	0,726				27,0
353	0,37	1,62	0,208	2,1	5,58	0,746	1,6	4,25	0,628				13,4
361	0,34	1,31	0,117	1,9	4,27	0,630	1,6	3,59	0,556				7,48
378	0,32	1,67	0,225	2,0	5,93	0,773	1,7	5,04	0,702				16,9
384	0,31	1,65	0,217	2,1	6,21	0,793	1,8	5,32	0,726				17,3
341	0,37	1,53	0,185	2,3	5,78	0,762	1,9	4,78	0,670				12,1
396	0,27	1,58	0,199	1,9	5,78	0,762	1,5	4,56	0,659				18,9
344	0,32	1,68	0,226	2,1	6,25	0,796	1,7	5,06	0,704				14,5
334	0,17	2,16	0,334	1,5	7,84	0,894	1,3	6,80	0,832				38,6
369	0,50	1,72	0,237	2,4	5,85	0,767	1,9	4,63	0,666				21,6
312	0,38	2,17	0,336	2,1	7,38	0,868	1,9	6,68	0,825				23,5
396	11,20	4,80	0,681	7,0	10,0	1,001	6,8	9,74	0,989				35,2
358	9,28	7,02	0,846	5,0	11,5	1,061	4,7	10,8	1,035				120,0
	16,6	6,97	0,843										
	52,54	12.8	0,061										
331	11,38	6,69	0,825	5,6	11,1	1,046	5,3	10,5	1,022				84,8
	4,04	6,87	0,837										
787	8,40	5,98	0,777	5,3	10,9	1,039	5,1	10,5	1,021				77,2
738	3,30	5,37	0,730	3.4	10,0	1,002	3,1	9,16	0,962				88,2
	2,94	7,48	0,874										
	10,1	4,21	0,624										
	10,3	3,94	0,596										
	18,64	3,47	0,540										
	16,0	3,60	0,557										

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	p	$\frac{p.100}{P}$	lg. $\frac{p.100}{P}$	F
379	Smerinthus ocellatus mas.	v. Lendenfeld	0,55				
380	Euplexia lucipara femina	"	0,075				
381	Apis mellifica Arbeiterin	Müllenhoff	0,0812	0,0100	12,3	1,090	
382	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,0802	0,0124	15,5	1,189	
383	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,0935	0,0121	12,9	1,112	
383a	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,1084	0,0148	13,7	1,137	
384	Apis mellifica Arbeiterin mit Höschen	"	0,1030				0,90
385	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,0742				0,72
386	Bombus muscorum	"	0,3456				1,91
387	Bombus pratorum	"	0,4430				2,20
388	Bombus pratorum	"	0,2712				1,39
389	Bombus pratorum	"	0,2570				1,48
390	Systropha spiralis	"	0,0244				0,56
391	Systropha spiralis	"	0,0145				0.78
392	Systropha spiralis	"	0,0152				0,51
393	Systropha spiralis	"	0,0210				0,49
394	Osmia bicornis	"	0,0529				0,70
395	Osmia adunca	"	0,0345				0,57
396	Dichroa gibba	"	0,0192				0,45

Tabelle II.

Zusammenstellung der Zahlenwerthe für σ; Classification der Flugthiere nach dem Segelvermögen.

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	F	σ	lg. σ
357	Eristalis rupium	Müllenhoff	0,0882	0,66	1,82	0,261
388	Bombus pratorum	"	0,2712	1,39	1,82	0,261
392	Systropha spiralis	"	0,0152	0,51	1,83	0,263
389	Bombus pratorum	"	0,2570	1,48	1,91	0,282
387	Bombus pratorum	"	0,4430	2,20	1,95	0,289
338	Geotrupes stercorarius	"	0,9975	3,80	1,95	0,290
386	Bombus muscorum	"	0,3456	1.91	1,97	0,294
385	Apis mellifica Arbeiterin	"	0,0742	0,72	2,02	0,305
384	Apis mellifica Arbeiterin mit Höschen	"	0,1030	0,90	2,02	0,306
328	Hydrophilus piceus femina	"	4,9500	13.00	2,12	0,325
327	Hydrophilus piceus mas.	"	5,2124	14,11	2,17	0,336
350	Leptis scolopacea femina	"	0,0782	0,84	2,14	0,331
360	Eristalis aureus	"	0,629	0,76	2,19	0,341
344	Chironomos stercorarius	"	0,0012	0,055	2,21	0,344
362	Eristalis aeneus	"	0,0380	0,55	2,21	0,344
346	Pachyrhina pratensis femina	"	0.0730	0,86	2,22	0,346
333	Dyticus marginalis femina gefurcht	"	1,9620	7,75	2,22	0,347
331	Dyticus marginalis femina gefurcht	"	1,7772	7,24	2,22	0,347
394	Osmia bicornis	"	0,0529	7,75	2,22	0,348

lg. σ	f	$\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}$	K	$\frac{K}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{K}{P^{1/3}}$	l	$\frac{l}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{l}{P^{1/3}}$	h	$\frac{h}{P^{1/3}}$	lg. $\frac{h}{P^{1/3}}$	$\frac{F}{P}$
	9,84	3,83	0,583										
	3,34	4,33	0,637										
306	0,57	1,61	0,207	2,0	4,27	0,630	1,6	3,41	0,533				8,74
305	0,39	1,49	0,172	1,8	4,28	0,632	1,5	3,57	0,553				9,70
294	0,81	1,28	0,108	2,8	3,99	0,601	2,0	2,85	0,455				5,52
289	1,03	1,33	0,124	3,8	4,98	0,698	2,8	3,68	0,565				4,95
261	0,52	1,13	0,0512	2,6	4,02	0,604	1,9	2,93	0,468				5,18
[illegible]	0,90	1,49	1,174	2,6	4,09	0,612	2,2	3,46	0,539				5,77
412	0,34	2,06	0,303	1,7	5,86	0,768	1,4	4,83	0,684				22,9
365	0,45	1,76	0,246	1,7	4,46	0,650	1,4	3,68	0,565				53,8
263	0,32	1,45	0,162	1,6	4,10	0,613	1,4	3,59	0,555				26,6
404	0,27	1,88	0,275	2,1	7,61	0,882	1,8	6,53	0,815				23,2
348	0,47	1,83	0,262	2,1	5,59	0,748	1,6	4,26	0,630				13,2
365	0,38	1,89	0,277	2,0	6,14	0,788	1,8	5,53	0,743				16,5
399	0,28	1,98	0,296	1,6	5,97	0,776	1,4	5,23	0,718				23,4

Tabelle II.

(Fortsetzung.)

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	F	σ	lg. σ
356	Pollenia rudis	Müllenhoff	0,0534	0,72	2,25	0,353
329	Hydrophilus piceus mas.	„	3,3276	11,40	2,26	0,354
395	Osmia adunca	„	0,0345	0,57	2,32	0,365
391	Systropha spiralis	„	0,0145	0,78	2,32	0,365
330	Hydrophilus piceus femina	„	3,175	11,70	2,34	0,369
364	Sarcophaga carnaria	„	0,0690	0,92	2,34	0,369
332	Dyticus marginalis femina	„	2,3230	9,99	2,38	0,376
358	Eristalis aeneus	„	0,0384	0,65	2,39	0,378
359	Eristalis aeneus	„	0,0387	0,67	2,42	0,384
341	Melolontha vulgaris mas.	„	0,6670	4,60	2,45	0,390
342	Ludius aeneus	„	0,0686	1,02	2,47	0,392
355	Musca domestica	„	0,0115	0,31	2,46	0,392
361	Eristalis aeneus	„	0,0355	0,67	2,49	0,396
396	Dichroa gibba	„	0,0192	0,45	2,51	0,399
340	Melolontha vulgaris mas.	„	0,975	6,17	2,51	0,399
335	Acilius sulcatus mas.	„	0,3147	2,92	2,51	0,400
393	Systropha spiralis	„	0,0210	0,49	2,54	0,404
354	Musca domestica	„	0,0100	0,70	2,54	0,405
390	Systropha spiralis	„	0,0244	0,56	2,58	0,412
365	Scatophaga stercoraria	„	0,0230	0,54	2,58	0,412
353	Musca domestica femina	„	0,0169	0,45	2,61	0,417
325	Calosoma sycophanta	„	0,6414	5,10	2,62	0,418

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	*P*	*F*	σ	lg. σ
326	Calosoma sycophanta	Müllenhoff	0,8026	5,96	2,63	0,419
339	Melolontha vulgaris femina	„	0,9508	6,70	2,63	0,42
353a	Musca vomitoria	„	0,0650	1,18	2,70	0,432
334	Dyticus marginalis mas.	„	1,2770	8,65	2,71	0,433
363	Syrphus scriptus	„	0,0070	0,27	2,72	0,434
336	Colymbetes fuscus	„	0,2755	3,15	2,73	0,436
337	Colymbetes Grapii	„	0,0770	1,37	2,751	0,440
351	Leptis scolopacea mas.	„	0,0260	0,68	2,78	0,445
349	Leptis scolopacea mas.	„	0,0340	0,83	2,81	0,449
345	Pachyrhina pratensis mas.	„	0,0410	0,94	2,81	0,439
285	Fuligula clangula	„	827	720	2,85	0,456
282	Anas clypeata mas.	Mouillard	925	837	2,97	0,473
286	Fuligula glacialis	Müllenhoff	922	850	3,00	0,477
348	Leptis scolopacea mas.	„	0,0295	0,86	3,0	0,477
183	Lagopus alpinus	„	650	730	3,12	0,494
186	Perdix cinerea	„	450	593	3,178	0,5021
191	Coturnix communis	Mouillard	100	222	3,21	0,507
178	Tetrao tetrix femina	Müllenhoff	730	881	3,30	0,518
181	Tetrao bonasia	„	375	585	3,354	0,526
184	Perdix rufa	„	380	613	3,418	0,534
280	Anas querquedula	Mouillard	297	526	3,44	0,536
279	Anas boschas mas.	Müllenhoff	1000	1213	3,48	0,542
197	Phasianus colchicus mas.	„	1570	1645	3,49	0,543
180	Tetrao bonasica	„	370	630	3,50	0,544
194	Phasianus colchicus	„	950	1185	3,502	0,544
273	Anas boschas femina	„	880	1141	3,53	0,547
185	Perdix rufa	„	340	600	3,52	0,546
176	Tetrao tetrix mas.	„	1030	1268	3,53	0,547
103	Alcedo ispida mas.	Mouillard	34	131	3,58	0,448
179	Tetrao tetrix femina	Müllenhoff	1000	1250	3,54	0,549
175	Tetrao tetrix mas.	„	1350	1571	3,59	0,555
275	Anas boschas mas.	„	900	1203	3,59	0,655
101	Alcedo ispida femina	Mouillard	27	116,7	3,60	0,556
177	Tetrao tetrix mas.	Müllenhoff	1200	1460	3,60	0,556
276	Anas boschas femina	„	900	1223	3,62	0,559
102	Alcedo ispida mas.	Mouillard	31	130	3,63	0,560
208	Gallinula chloropus	„	595	954	3,67	0,565
199	Phasianus colchicus mas.	Müllenhoff	1125	1460	3,67	0,565
195	Phasianus colchicus mas.	„	1000	1455	3,70	0,568
277	Anas boschas mas.	„	950	1325	3,70	0,569
278	Anas boschas fem.	„	900	1266	3,71	0,570
274	Anas boschas mas.	„	1100	1470	3,71	0,570
182	Lagopus alpinus	„	580	925	3,76	0,575
44	Sturnus vulgaris	Mouillard	71	242	3,76	0,575
38	Passer domesticus femina	„	25	121	3,76	0,576
237	Scolopax Gallinago	Müllenhoff	300	640	3,78	0,577
248	Numenius arquatus mas.	Mouillard	764	1200	3,79	0,579
210	Oedicnemus crepitans mas.	„	470	874	3,80	0,580
283	Anas clipeata femina	„	727	716	3,82	0,582
209	Oedicnemus crepitans femina	„	455	868	3,83	0,583
22	Turdus pilaris	Müllenhoff	100	316	3,83	0,583
262	Recurvirostra avocetta	Mouillard	325	703	3,85	0,585
168	Columba aegyptiaca mas.	„	257	597	3,84	0,585
196	Phasianus colchicus mas.	Müllenhoff	1000	1486	3,86	0,586
37	Passer domesticus mas.	Mouillard	27	134	3,86	0,586

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	P	F	σ	lg. σ
172	Tetrao urogallus mas.	Müllenhoff	2700	2900	3,87	0,587
234	Scolopax rusticola	"	320	705	3,88	0,589
206	Rallus aquaticus	Mouillard	192	506	3,899	0,591
236	Scolopax gallinago	"	100	328	3,602	0,591
271	Anser cinereus	"	2020	2443	3,91	0,592
200	Meleagris gallopavo	"	3000	3200	3,92	0,594
173	Tetrao urogallus mas.	Müllenhoff	2600	2916	3,927	0,594
239	Scolopax gallinago	"	300	690	3,92	0,594
213	Charadrias pluvialis	Mouillard	160	454	2,93	0,594
85	Cypselus apus	"	33	159	3,93	0,595
254	Tringa canutus	"	24	130	3,95	0,597
233	Scolopax rusticola	Müllenhoff	300	700	3,95	0,597
196	Phasianus colchicus mas.	"	1250	1838	3,98	0,600
241	Rhynchaea capensis	Mouillard	103	349	3,99	0,601
235	Scolopax rusticola	Müllenhoff	300	715	3,99	0.602
312	Ephemera vulgata	"	0,0308	1,59	4,02	0,605
238	Scolopax gallinago	"	270	686	4,06	0,608
34	Petrocincla cyanea	Mouillard	53	236	4,09	0,612
253	Tringa subarquata	"	76	305	4,12	0,615
201	Otis tarda femina	Müllenhoff	8900	7335	4,133	0,616
170	Columba aegyptiaca	Mouillard	223	627	4,13	0,616
174	Tetrao urogallus femina	Müllenhoff	1450	2230	4,17	0,620
290	Puffinus Kuhlii	Mouillard	700	1400	4,21	0,625
202	Otis tarda mas.	Müllenhoff	9609	8191	4,259	0,629
244	Numenius arquata femina	Mouillard	520	1181	4,27	0,631
289	Procellaria gigantea	"	2880	3781	4,32	0,636
45	Budytes flava	"	20	139	4,34	0,638
225	Glareola torquata	"	67	319	4,40	0.644
93	Cotyle rupestris	"	16	124	4,42	0,645
151	Ephialtes scops	"	150	584	4,55	0,658
269	Botaurus stellaris mas.	Müllenhoff	1500	2735	4,57	0,660
28	Alauda cristata	Mouillard	34	220	4,58	0,661
2	Pteropus Geoffryi	"	53	303	4,64	0,666
29	Alauda cristata mas.	"	37	241	4,66	0,669
124	Falco peregrinus	"	580	1542	4,71	0,677
291	Puffinus Kuhlii	"	500	1400	4,71	0,673
171	Turtur aegyptiacus	"	110	513	4,73	0,675
212	Hoplopterus spinosus	"	170	702	4,79	0,680
127	Astur palumbarius	"	290	1030	4,85	0,686
11	Vespertilio pipistrellus	Müllenhoff	3,703	57,09	4,88	0,689
132	Accipiter nisus	"	160	685	4,926	0,693
263	Ibis falcinellus	Mouillard	365	1240	4,93	0,693
165	Columba livia femina	Müllenhoff	202	837	4,93	0,693
126	Astur palumbarius	"	800	2100	4,936	0,693
366	Papilio podalirius	"	0,34	12	4,96	0,696
267	Ardea nycticorax	Mouillard	615	1808	5,00	0,699
94	Caprimulgus	"	62	403	5,07	0,705
193	Pavo cristatus mas. (Schwanz 30 cm lang)	Müllenhoff	3300	5780	5,11	0,708
146	Corvus aegyptiacus	Mouillard	395	1426	5,15	0,712
133	Accipiter nisus femina	Müllenhoff	250	1080	5,22	0,717
109	Gyps fulvus	Mouillard	7501	10445	5,22	0,718
108	Otogyps auricularis	"	8152	11129,5	5,24	0,720
113	Haliaetus albicilla	Müllenhoff	4900	8000	5,266	0,722
99	Chrysotis amazonica	"	300	1246	5,27	0,722

Nr.	Name des Thieres.	Beobachter.	*P*	*F*	σ	lg. σ
115	Pandion haliaetos	Mouillard	1270	3292	5,30	0,724
78	Garrulus glandarius	Müllenhoff	180	900	5,31	0,725
324	Setodes pilosus	„	0,0130	1,56	5,31	0,725
270	Ardetta minutus	Mouillard	318	1313	5,31	0,725
288	Pelecanus onocrotalus	„	6625	9986	5,32	0,726
47	Corvus corax	„	625	2045	5,32	0,726
15	Nyctinomus aegyptiacus	„	6	94	5,34	0,728
119	Falco timunculus	„	181	920	6,36	0,729
164	Columba livia mas.	Müllenhoff	205	1003	5,37	0,730
104	Coracias garrula	Mouillard	133	753	5,38	0,730
110	Neophron percnopterus	„	1705	4132	5,38	0,731
293	Larus melanocephalus	„	232	1093	5,38	0,731
151	Strix flammea	Müllenhoff	400	1580	5,40	0,732
231	Vanellus cristatus	Mouillard	210	1038	5,42	0,734
128	Accipiter nisus fem.	Müllenhoff	260	1210	5,45	0,736
373	Vanessa C-album	„	0,0388	3,43	5,47	0,739
98	Psittacus erithacus	„	200	1038	5,51	0,742
83	Upupa epops	Mouillard	62	480	5,54	0,743
153	Strix flammea	„	305	1412	5,58	0,747
294	Larus melanocephalus	„	280	1348	5,61	0,749
148	Archibuteo lagopus	Müllenhoff	900	3000	5,673	0,754
292	Diomedea exulaus	Pettigrew	12700	17800	5,72	0,757
131	Accipiter nisus	Mouillard	152	934	5,73	0,758
157	Asio brachyotus	Müllenhoff	370	1710	5,76	0,760
112	Haliaetos albicilla	„	4550	9420	5,88	0,769
145	Archibuteo lagopus	„	890	3200	5,88	0,770
154	Asio otus	„	275	1470	5,90	0,771
147	Archibuteo lagopus	„	1000	3550	5,96	0,775
144	Archibuto lagopus	„	1000	3583	5,99	0,777
317	Lihellula depressa	Krarup Hausen	0,2	12	6,00	0,778
146	Archibuteo lagopus	Müllenhoff	1000	3686	6,07	0,783
149	Archibuteo lagopus	„	1125	3980	6,07	0,783
265	Ciconia alba	Mouillard	2140	6152	6,08	0,784
372	Vanessa urticae	Müllenhoff	0,1140	8,80	6,12	0,787
138	Buteo vulgaris	„	800	3240	6,13	0,788
111	Haliaetus albicilla	„	5000	11047	6,15	0,789
137	Buteo vulgaris	„	900	3560	6,18	0,791
136	Buteo vulgaris	„	900	3570	6,19	0,792
125	Milvus aegyptius	Mouillard	640	2874	6,22	0,794
150	Archibuteo lagopus	Müllenhoff	750	3550	6,56	0,817
139	Buteo vulgaris	„	600	3055	6,55	0,817
152	Strix flammea	„	250	1800	6,735	0,828
370	Rhodocera rhamni	„	0,1284	11,70	6,78	0,831
367	Pieris brassicae	„	0,0818	9,78	7,21	0,858

Tabelle III.

Zusammenstellung der Zahlenwerthe für *n*, *P* und *l*. *n* giebt die Zahl der Flügelschläge pro Secunde nach Messungen von Marey, *P* giebt das Gewicht in Gramm, *l* die Länge der beiden Flügel in Centimeter.

Name des Thieres.	*n*	*P*	*l*	*n* . *l*	$n . P^{1/3}$
Musca domestica	330	0,016	1,2	399	83,2
Bombus	240	0,44	2,8	672	182
Apis mellifica	190	0,09	1,6	324	85,2
Vespa vulgaris	110	0.11	1,6	176	52,7
Macroglossa	72	0,16	4,2	319	39,1
Libellula	28	0,9	10,6	297	27,0
Passer	13	33	31	228	41,7
Pieris	9	0,08	4,7	42,3	3,88
Anas	9	1200	79	711	95,6
Columba	8	200	56	448	46,8
Buteo	5,75	900	112	644	56,5
Strix flammea	5	400	84	420	36,9
Milvus	3	640	120	360	25,9
Mittelwerthe:				360	52

(Aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn.)

Eine einfache Methode zur Bestimmung des Stickstoffs im Harne.

Von

E. Pflüger und **K. Bohland.**

Die Resultate, welche der eine von uns[1]) bei der Titration des Stickstoffs im Harne mit Mercurinitrat erhalten hat, machten Untersuchungen nach besseren expeditiven Methoden dringend nothwendig.

Es schien uns der Mühe werth zu ermitteln, ob die vorzügliche Methode von Kjeldahl[2]) für die Harnanalyse vereinfacht werden könne.

Analyse 1[3]).

a) Nach Kjeldahl.

5 ccm Harn wurden mit dem doppelten Volumen gesättigter Oxalsäurelösung versetzt und im Luftbade getrocknet; sodann 30 ccm englische und 5 ccm rauchende Schwefelsäure zugesetzt und $^3/_4$ Stunde gekocht, bis die Mischung klar und hell gelb, wie dünner Wein, geworden war. Nun wurde mit MnO_4K oxydirt, bis dunkelgrüne Farbe eintrat und, nachdem gekühlt war, mit Wasser verdünnt und nach Zusatz von Natronlauge destillirt. Von den vorgelegten 150 ccm $^1/_{20}$ Normal-Schwefelsäure waren verbraucht 136,5 ccm entsprechend 0,09555 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas.

5 ccm Harn wurden mit der Mischung von Kupferoxyd und doppeltchromsaurem Kali verbrannt.

V bedeutet das Gasvolum, T die Temperatur, H' den Barometerstand, H'' die Tension des Wasserdampfs, + Höhe der Säule der Kalilauge in Quecksilber ausgedrückt.

V = 80,8; T = 12,5°; H' = 761,0. Niveauabstand = 6,3 cm Kalilauge = 6,3 mm Quecksilber.

---

1) Karl Bohland, Beiträge zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffs im Harne. Dies Archiv Bd. 35, p. 199.

2) J. Kjeldahl, Zeitschrift für analytische Chemie Bd. 22, p. 366—382.

3) Bei den Analysen 1—9 ist der Harn eines Hundes, der nur mit Fleisch gefüttert worden war, benutzt worden.

Tension des Wassers bei $12,5^0 = 10,8$; davon $42,2\% = 4,6$. $H'' = 4,6 + 6,3 = 10,9$ mm.

$$G = \frac{80,8(761 - 10,9) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 12,5)} = 0,0958 \text{ gr Stickstoff.}$$

Vorausgesetzt die Richtigkeit der nach Dumas ausgeführten Analyse ergibt sich auf den Stickstoff bezogen für die Methode von Kjeldahl ein Beobachtungsfehler von 0,3%.

Analyse 2.

Der Harn wird bis zum spec. Gewicht 1017 verdünnt.

a) Nach Kjeldahl.

2,5 ccm Harn werden mit 5 ccm Oxalsäurelösung getrocknet, mit 15 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure $^1/_2$ Stunde gekocht, mit MnO_4K oxydirt, sodann das Ammoniak überdestillirt. 47,5 ccm der vorgelegten Schwefelsäure waren verbraucht, und diese entsprechen 0,03325 gr Stickstoff; für 5 ccm Harn = 0,0665 gr. — 1 ccm Harn wurde direkt mit 20 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht. Das nach Zusatz von Natronlauge durch Destillation ausgetriebene NH_3 sättigte 19 ccm der vorgelegten Säure = 0,0665 gr N.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 57,2$; $T = 13,1^0$; $H' = 761,0$; Niveauabstand = 15,6 cm Lauge = 15,6 mm Hg.

Tension des Wassers bei $13,1^0 = 11,24$, davon $42,2\% = 4,7$. $H'' = 4,7 + 15,6 = 20,3$ mm.

$$G = \frac{57,2(761 - 20,3) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 13,1)} = 0,0668 \text{ gr Stickstoff.}$$

Nach Kjeldahls Methode 0,4% Stickstoff zu wenig gefunden.

Analyse 3.

Der Harn wird bis zu dem spec. Gewicht 1015 verdünnt.

a) Nach Kjeldahl.

1,0 ccm Harn mit 5 ccm Oxalsäurelösung getrocknet, mit 20 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure $^1/_2$ Stunde gekocht und mit MnO_4K oxydirt. Das destillirte Ammoniak verbrauchte 24,0 ccm der vorgelegten Säure.

1,0 ccm Harn direkt mit demselben Volum Schwefelsäure, wie oben, versetzt; ebenfalls 24,0 ccm Säure verbraucht = 0,0168 gr Stickstoff; in 5 ccm Harn = 0,084 gr N.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 71,0$; $T = 13,6^0$; $H' = 763,0$; Niveauabstand = 10 cm Kalilauge = 10 mm Hg.

Tension des Wassers bei $13,6^0 = 11,6$, davon $42,2\% = 4,9$. $H'' = 4,9 + 10,0 = 14,9$ mm.

$$G = \frac{71(768 - 14,9) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 13,6)} = 0,0836 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die Bestimmung nach Kjeldahl lieferte ein Plus von 0,47 % Stickstoff.

Analyse 4.

Der Harn ist bis zu dem spec. Gewicht 1015 verdünnt.

a) Nach Kjeldahl.

1 ccm Harn wurde, ohne vorher einzudampfen, mit 10 ccm englischer und 10 ccm rauchender Schwefelsäure 20 Minuten gekocht und dann mit MnO_4K oxydirt. Von der vorgelegten Säure waren durch das überdestillirte NH_3 21,0 ccm gebunden, welche 0,0147 gr N entsprechen; 5 ccm Harn enthalten also 0,0735 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 63,0; T = 14,4°; H' = 761,0; Niveauabstand = 13 cm Kalilauge = 13 mm Hg.

Tension des Wassers bei 14,4° = 12,2, davon 42,2 % = 5,1. H'' = 5,1 + 13,0 = 18,1 mm.

$$G = \frac{63(761-18,1).0,0012566}{760(1+0,003665.14,4)} = 0,0735 \text{ gr Stickstoff.}$$

Beide Methoden haben völlig übereinstimmende Werthe geliefert.

Analyse 5.

0,0209 gr reinen Harnstoffes, entsprechend 0,00976 gr N, wurden mit 10 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht; nach 10 Minuten schon ist die Flüssigkeit hellgelb; es wird nicht mit MnO_4K oxydirt. Das nach Zusatz von Natronlauge durch Destillation erhaltene Ammoniak sättigt 14,0 ccm Schwefelsäure = 0,0098 gr N.

Die erhaltene Stickstoffmenge ist fast die theoretisch verlangte.

Analyse 6.

Der Harn wird zum spec. Gewicht 1018 verdünnt.

a) Nach Kjeldahl. Der Harn ist von nun an nicht mehr mit Oxalsäure getrocknet, sondern direkt mit Schwefelsäure versetzt worden. 1,5 ccm Harn wird mit 20 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure 25 Minuten lang gekocht und dann mit MnO_4K oxydirt. Das durch Destillation ausgetriebene Ammoniak sättigt 36,1 ccm titrirte Schwefelsäure = 0,0252 gr N; in 5 ccm Harn = 0,083 gr N. — 1,0 ccm Harn mit demselben Volumen Schwefelsäure wie oben gekocht, aber nicht mit MnO_4K oxydirt. Von der vorgelegten Schwefelsäure wurden durch Ammoniak gesättigt 23,4 ccm = 0,1638 gr N; in 5 ccm Harn = 0,0819 gr. N.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 69,5; T = 14,4°; H' = 768,5; Niveauabstand = 9,7 cm Kalilauge = 9,7 mm Hg.

Tension des Wassers bei 14,4° = 12,2, davon 42,2 % = 5,1. H'' = 5,1 + 9,7 = 14,8 mm.

$$G = \frac{69,5(768,5-14,8).0,0012566}{760(1+0,003665.14,4)} = 0,0823 \text{ gr Stickstoff.}$$

Durch die Kjeldahl'sche Methode wurde in einem Falle 0,4 % N zu wenig und in dem anderen Falle 0,8 % zu viel gefunden.

Analyse 7.

Der Harn ist bis zum spec. Gewicht 1020 verdünnt.

a) Nach Kjeldahl.

2 ccm Harn mit 20 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht und dann mit MnO_4K oxydirt; das erhaltene Ammoniak sättigt 53,6 ccm Schwefelsäure = 0,03752 gr N; in 5 ccm Harn demnach 0,09375 gr Stickstoff.

2 ccm Harn mit 20 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht, aber nicht mit MnO_4K oxydirt. Das überdestillirte NH_3 verbraucht 54,0 ccm der vorgelegten Schwefelsäure = 0,0378 gr N; in 5 ccm Harn = 0,0945 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 78,5; T = 13,4°; H' = 771,5; Niveauabstand = 7,4 cm Kalilauge = 7,4 mm Hg.

Tension des Wassers bei 13,4° = 11,46, davon 42,2 % = 4,8, H'' = 4,8 + 7,4 = 12,2 mm.

$$G = \frac{78,5(771,5-12,2).0,0012566}{760(1+0003665.13,4} = 0,094 \text{ gr N.}$$

Durch Kjeldahl in einem Falle 0,5 % zu viel, in dem anderen 0,2 % zu wenig Stickstoff gefunden.

Analyse 8.

Harn bis zum spec. Gewicht 1019 verdünnt.

a) Nach Kjeldahl.

1 ccm Harn mit 10 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht und dann oxydirt mit MnO_4K. Durch NH_3 gebunden 24,6 ccm Schwefelsäure = 0,01722 gr N; folglich in 5 ccm Harn = 0,0861 gr Stickstoff. — 1 ccm Harn mit 15 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht; nicht oxydirt. Das gebildete Ammoniak sättigt 24,7 ccm Schwefelsäure = 0,01729 gr N; in 5 ccm Harn = 0,0864 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 72,7; T = 13,3°; H' = 768; Niveauabstand = 9,6 cm KOH = 9,6 mm Hg.

Tension des Wassers bei 13,3° = 11,38, davon 42,2 % = 4,8. H'' = 4,8 + 9,6 = 14,4 mm.

$$G = \frac{72,7(768-14,4).0,0012566}{760(1+0,003665.13,3)} = 0,0864 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die durch beide Methoden erhaltenen Werthe stimmen gut mit einander überein.

Analyse 9[1]).

Der Harn hat das spec. Gewicht 1018.

a) Nach Kjeldahl.

5 ccm Harn werden mit 20 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht, sodann mit MnO_4K oxydirt. Das erhaltene NH_3 sättigt 67,5 ccm Schwefelsäure = 0,04725 gr N.

5 ccm Harn mit 15 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht, aber nicht mit MnO_4K oxydirt. Das ausgetriebene Ammoniak bindet 67,6 ccm Schwefelsäure = 0,04732 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 39,9; T = 11,0°; H' = 771,5; Niveauabstand = 21,8 cm Kalilauge = 21,8 mm Hg.

Tension des Wassers bei 11,0° = 9,79, davon 42,2 % = 4,1. H'' = 4,1 + 21,8 = 25,9.

$$G = \frac{39,9(771,5-25,9).0,0012566}{760(1+0,003665.11,0)} = 0,0473 \text{ gr Stickstoff.}$$

Der in einer Analyse nach Kjeldahl gewonnene Werth ist um 0,5 % zu klein.

Analyse 10.

Der Harn hat das spec. Gewicht 1021.

a) Modification Kjeldahl.

In allen folgenden Analysen wird die Oxydation mit MnO_4K nicht mehr ausgeführt, sondern nur mit Schwefelsäure gekocht.

5 ccm Harn werden mit 15 ccm englischer und 5 ccm rauchender Schwefelsäure 3/4 Stunde gekocht, so dass die Flüssigkeit fast farblos geworden war. Das durch Destillation erhaltene Ammoniak bindet 88,2 ccm Schwefelsäure = 0,0617 gr Stickstoff.

Eine andere Portion Harn (ebenfalls 5 ccm) wurde mit demselben Volumen Schwefelsäure wie die vorige gekocht, aber nur 1/2 Stunde. Das überdestillirte Ammoniak bindet 88,0 ccm Schwefelsäure = 0,616 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 51,7; T = 11,7°; H' = 771,0; Niveauabstand = 17,5 cm Kalilauge = 17,5 mm Hg.

Tension des Wassers bei 11,7° = 10,25, davon 42,2% = 4,3. H'' = 4,3 + 17,5 = 21,8 mm.

$$G = \frac{51,7(771-21,8).0,0012566}{760(1+0,003665.11,7)} = 0,0614 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die nach der modificirten Kjeldahl'schen Methode erhaltenen Werthe sind um 0,48 % zu hoch ausgefallen.

1) In allen folgenden Analysen wurde menschlicher Harn benutzt, der immer frei von pathologischen Beimengungen war.

Analyse 11.

Der Harn hat das specifische Gewicht 1022.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit 10 ccm englischer und 10 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht. Das durch Destillation erhaltene Ammoniak bindet 75,0 ccm Schwefelsäure = 0,0525 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 44,6; T = 10,5°; H' = 766; Niveauabstand = 20,1 cm Kalilauge = 20,1 mm Hg.

Tension des Wassers bei 10,5° = 9,47, davon 42,2 % = 3,99. H'' = 4,0 + 20,1 = 24,1 mm.

$$G = \frac{44{,}6(766-24{,}1).0{,}0012566}{760(1+0{,}003665.10{,}5)} = 0{,}0527 \text{ gr Stickstoff.}$$

Durch die modificirte Kjeldahl'sche Methode wurde 0,37 % Stickstoff zu wenig gefunden.

Analyse 12.

Harn mit dem sp. Gewicht 1021.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit 10 ccm englischer und 10 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht; eine andere Portion mit 20 ccm englischer Schwefelsäure allein gekocht: 40 Minuten; letztere muss 10 Minuten länger kochen, als die erste, bis dieselbe helbgelbe Farbennüance erreicht ist. Verbraucht werden durch das überdestillirte Ammoniak 90,6 und 90,2 ccm titrirte Schwefelsäure, entsprechend 0,0634 und 0,0631 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 53,3: T = 9,9°; H' = 763,5. Niveauabstand = 16,6 cm Kalilauge = 16,6 mm Hg.

Tension des Wassers bei 9,9° = 9,1, davon 42,2 % = 3,8. H'' = 3,8 + 16,6 = 20,4 mm.

$$G = \frac{53{,}3(763{,}5-20{,}4).0{,}0012566}{760(1+0{,}003665.9{,}9)} = 0{,}0632 \text{ gr Stickstoff.}$$

Nach Modification Kjeldahl wurde in einem Falle 0,3 % Stickstoff zu viel, und im anderen 0,1 % zu wenig gefunden.

Analyse 13.

Harn mit dem spec. Gewicht 1022.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit 10 ccm engl. und 10 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht; dieselbe Quantität Harn mit gleicher Menge engl. und 5 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht, braucht länger Zeit, bis die hellgelbe Farbe sich einstellt.

Das durch Destillation erhaltene Ammoniak bindet 108,5 resp. 108,9 ccm der vorgelegten Schwefelsäure, entsprechend 0,076 und 0,0762 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 64,4; T = 9,2°; H' = 759; Niveauabstand = 12,8 cm Kalilauge = 12,8 mm Hg.

Tension des Wassers bei 9,2° = 8,69, davon 42,2 % = 3,6. H'' = 3,6 + 12,8 = 16,4 mm.

$$G = \frac{64,4(759-16,4).0,0012566}{760(1+0,003665.9,2)} = 0,0765 \text{ gr Stickstoff.}$$

Durch Modification Kjeldahl wurden 0,3 resp. 0,6 % Stickstoff zu wenig gefunden.

Analyse 14.

Harn mit dem spec. Gewicht 1021.

a) 5 ccm Harn mit 10 ccm engl. und 10 ccm rauchender Schwefelsäure ½ Stunde lang gekocht; dieselbe Quantität Harn mit 20 ccm reiner conc. Schwefelsäure gekocht ist noch nach 1 Stunde hellbraun, worauf mit dem Kochen abgebrochen wird. Das erhaltene Ammoniak sättigte im ersteren Falle 84,6 und im 2. Falle 84,2 ccm der vorgelegten Schwefelsäure; es entspricht dies einem Stickstoffgehalt von 0,0592 gr N und 0,0589 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 49,4; T = 9,0°; H' = 76,5. Niveauabstand = 18,4 cm Kalilauge = 18,4 mm Hg.

Tension des Wassers bei 9,0° = 8,57, davon 42,2 % = 3,6. H'' = 3,6 + 18,4 = 22,0 mm.

$$G = \frac{49,4(765-22).0,0012566}{760(1+0,003665.9)} = 0,05875 \text{ gr Stickstoff.}$$

Durch die modificirte Kjeldahl'sche Methode wurde in diesem Falle 0,3 resp. 0,6 % zu viel gefunden.

Analyse 15.

Harn von dem spec. Gewicht 1021.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit 10 ccm engl. und 10 ccm rauchender Schwefelsäure ½ Stunde gekocht. Das ausgetriebene Ammoniak sättigt 71,7 ccm der vorgelegten Schwefelsäure = 0,05019 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

V = 42,5; T = 8,2°; H' = 759. Niveauabstand = 20,7 cm Kalilauge = 20,7 mm Hg.

Tension des Wassers bei 8,2° = 8,13, davon 42,2 % = 3,4. H'' = 3,4 + 20,7 = 24,1 mm.

$$G = \frac{42,5(759-24,1).0,0012566}{760(1+0,003665.8,2)} = 0,05014 \text{ gr N.}$$

Die modificirte Kjeldahl'sche Methode hat einen um nur 0,1 % zu hohen Stickstoffgehalt ergeben.

Analyse 16.

Der Harn hat das specifische Gewicht 1023.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit 10 ccm engl. und 10 ccm rauchender Schwefelsäure 25 Minuten lang gekocht. Das überdestillirte Ammoniak verbrauchte 90,0 ccm der vorgelegten Säure, und enthielt 0,063 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 52,9$; $T = 6,9^0$; $H' = 755,5$. Niveauabstand $= 16,6$ cm Kalilauge $=$ 16,6 mm Hg.

Tension des Wassers bei $6,9^0 = 7,44$, davon $42,2\,\% = 3,1$. $H'' = 3,1 + 16,6 = 19,7$ mm.

$$G = \frac{52,9\,(755,5 - 19,7) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 6,9)} = 0,0628 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die modificirte Kjeldahl'sche Methode hat einen um 0,3 % zu hohen Werth geliefert.

Analyse 17.

Der Harn enthält viel Harnsäure und hat das spec. Gewicht 1024.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn wurden von jetzt ab immer mit 10 ccm engl. und 10 ccm rauchender Schwefelsäure 25—30 Min. gekocht. Das bei dieser Bestimmung erhaltene Ammoniak sättigte 101,0 ccm der Vorlage und enthielt 0,0707 gr N.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 58,5$; $T = 6,0^0$; $H' = 762,5$. Niveauabstand $= 14,8$ cm Kalilauge 14,8 mm Hg.

Tension des Wassers bei $6,0^0 = 6,998$, davon $42,2\,\% = 2,95$. $H'' = 14,8 + 2,95 = 17,75$ mm.

$$G = \frac{58,5(762,5 - 17,75) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 6,0)} = 0,0705 \text{ gr N.}$$

Mithin hat die modificirte Kjeldahl'sche Methode einen um 0,27 % zu hohen Stickstoffgehalt geliefert.

Analyse 18.

Der Harn enthält viel Harnsäure und hat das spec. Gewicht 1025.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit dem oben angegebenen Volum Schwefelsäure gekocht. Als Vorlage wird in dieser und allen folgenden Bestimmungen $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure benutzt. Das ausgetriebene Ammoniak verbrauchte 49,0 ccm der Säure, und enthielt 0,0686 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 58,0$; $T = 5,7^0$; $H' = 760$. Niveauabstand $= 14,8$ cm Kalilauge $=$ 14,8 mm Hg.

Tension des Wassers bei $5,7^0 = 6,86$, davon $42,2\,\% = 2,9$. $H'' = 2,9 + 14,8 = 17,7$ mm.

$$G = \frac{58(760-17,7).0,0012566}{760(1+0,003665.5,7)} = 0,0697 \text{ gr Stickstoff.}$$

Durch die modificirte Kjeldahl'sche Methode wurde also 1,5 % Stickstoff zu wenig gefunden.

Analyse 19.

Der Harn hat das spec. Gewicht 1024.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit demselben Volum Schwefelsäure wie oben gekocht. Durch Ammoniak sind 42,6 ccm der vorgelegten Säure gebunden; dieses entspricht 0,0596 gr Stickstoff.

b) nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 50,1$; $T = 7,7^0$; $H' = 759$. Niveauabstand 18,1 cm Kalilauge = 18,1 mm Hg.

Tension des Wassers bei $7,7^0 = 7,86$, davon $42,20\,\% = 3,3$. $H'' = 3,3 + 18,1 = 21,4$ mm.

$$G = \frac{50,1(759-21,4).0,0012566}{760(1+0,003665.7,7)} = 0,0594 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die Bestimmung nach Modification Kjeldahl hat einen um 0,33 % zu hohen Stickstoffgehalt ergeben.

Analyse 20.

Harn von dem spec. Gewicht 1023.

a) 5 ccm, wie gewöhnlich, mit Schwefelsäure gekocht. Bei der Destillation wurde in einer Bestimmung nur mit einer Vorlage das Ammoniak aufgefangen; bei einer zweiten Bestimmung wurde die grössere Vorlage durch ein Rohr noch mit einem kleineren Kochfläschchen verbunden, das noch 5 ccm Schwefelsäure enthielt.

Bei doppelter Vorlage waren, 43,2 ccm Säure neutralisirt; bei einfacher 43,0 ccm. Der Stickstoffgehalt betrug 0,0605 und 0,0602 gr N.

b) nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 52,0$; $T = 6,7^0$; $H' = 750,5$. Niveauabstand = 17,0 cm Kalilauge = 17,0 mm Hg.

Tension des Wassers bei $6,7^0 = 7,34$, davon $42,2\,\% = 3,1$. $H'' = 3,1 + 17,0 = 20,1$ mm.

$$G = \frac{52(750,5-20,1).0,0012566}{760(1+0,003665.6,7)} = 0,0612 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die Bestimmung nach Modification Kjeldahl hat in diesem Falle ein um 1,1 % zu niedriges Resultat ergeben.

Analyse 21.

Harn von dem spec. Gewicht 1019.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn, wie früher mit Schwefelsäure gekocht.

Bei doppelter Vorlage waren neutralisirt 34,1 ccm der Säure.

Bei einfacher Vorlage 33,7 ccm, der Stickstoffgehalt betrug 0,0477 gr und 0,0472 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 41,2$; $T = 8,0^0$; $H' = 745$. Niveauabstand = 21,2 cm Kalilauge = 21,2 mm Hg.

Tension des Wassers bei $8,0^0 = 8,02$, davon 42,2 % = 3,4. $H'' = 3,4 + 21,2 = 24,6$ mm.

$$G = \frac{41,2(745 - 24,6) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 8,0)} = 0,048 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die Bestimmung nach Modification Kjeldahl hat ein um 0,63 % zu niedriges Resultat geliefert.

Analyse 22.

Der Harn hat das spec. Gewicht 1024.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit dem oben angegebenen Volum Schwefelsäure gekocht. Das überdestillirte Ammoniak neutralisirte 55,5 ccm Säure und enthielt 0,0777 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 65,0$; $T = 7,4^0$; $H' = 753$; Niveauabstand = 12,0 cm Kalilauge = 12,0 mm Hg.

Tension des Wassers bei $7,4^0 = 7,7$, davon 42,2 % = 3,2. $H'' = 3,2 + 12,0 = 15,2$ mm.

$$G = \frac{65(753 - 15,2) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 7,4)} = 0,0772 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die modificirte Kjeldahl'sche Methode hat den Stickstoffgehalt um 0,6 % zu hoch ergeben.

Analyse 23.

Harn mit dem spec. Gewicht 1024.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn, wie früher mit Schwefelsäure gekocht.

Bei einfacher Vorlage sättigte das Ammoniak 43,9 ccm, bei doppelter 44,0 ccm Säure; es enthielt 0,0616 und 0,0614 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 52,0$; $T = 8,2^0$; $H' = 753,5$; Niveauabstand = 17,1 cm Kalilauge = 17,1 mm Hg.

Tension des Wassers bei $8,2^0 = 8,126$, davon 42,2 % = 3,4. $H'' = 3,4 + 17,1 = 20,5$ mm.

$$G = \frac{52(753,5 - 20,5) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 8,2)} = 0,0612 \text{ gr Stickstoff.}$$

Durch Modification Kjeldahl 0,6 % Sticktoff zu viel gefunden.

Analyse 24.

Der Harn hat das spec. Gewicht 1023.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn wie vorher mit Schwefelsäure gekocht. Das ausgetriebene Ammoniak neutralisirte sowohl bei einfacher als bei doppelter Vorlage 45,5 ccm Schwefelsäure; es enthielt 0,0637 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 54,0$; $T = 9,5^0$; $H' = 759,5$. Niveauabstand = 16,2 cm Kalilauge = 16,2 mm Hg.

Tension des Wassers bei $9,5^0 = 8,865$, davon $42,2\,^0/_0 = 3,7$. $H'' = 3,7 + 16,2 = 19,9$.

$$G = \frac{54(759,5 - 19,9) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 9,5)} = 0,0638 \text{ gr Stickstoff.}$$

Die modificirte Kjeldahl'sche Methode hat ein um $0,1\,^0/_0$ zu niedriges Resultat geliefert.

Analyse 25.

Harn mit spec. Gewicht 1023.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm mit dem gewöhnlichen Volum Schwefelsäure gekocht.

Das destillirte Ammoniak neutralisirte bei doppelter Vorlage 52,3, bei einfacher 52,0 ccm Säure; der Stickstoffgehalt ist also 0,073 und 0,0728 gr.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 61,0$; $T = 10,1$; $H' = 763,5$. Niveauabstand = 14,0 cm Kalilauge = 14 mm Hg.

Tension des Wassers bei $10,1^0 = 9,28$, davon $42,2\,^0/_0 = 3,8$. $H'' = 3,8 + 14,0 = 17,8$ mm.

$$G = \frac{61(763,5 - 17,8) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 10,1)} = 0,0725 \text{ gr Stickstoff.}$$

Nach Modification Kjeldahl wurde hier 0,4 und $0,6\,^0/_0$ Stickstoff zu viel gefunden.

Analyse 26.

Der Harn hat das spec. Gewicht 1021.

a) Modification Kjeldahl.

5 ccm Harn mit 10 ccm engl. und 10 ccm rauchender Schwefelsäure gekocht. Das durch Destillation ausgetriebene Ammoniak sättigte bei einfacher wie doppelter Vorlage 37,2 ccm Säure und enthielt 0,052 gr Stickstoff.

b) Nach Dumas 5 ccm Harn verbrannt.

$V = 44,5$; $T = 9,5^0$; $H' = 753$ mm. Niveauabstand = 19,9 cm Kalilauge = 19,9 mm Hg.

Tension des Wasser bei $9,5^0 = 8,87$, davon $42,2\,^0/_0 = 3,7$. $H'' = 23,6$ mm.

$$G = \frac{44,5(753 - 23,6) . 0,0012566}{760(1 + 0,003665 . 9,5)} = 0,05186 \text{ gr Stickstoff.}$$

Durch die modificirte Kjeldahl'sche Methode wurde $0,28\,^0/_0$ Stickstoff zuviel erhalten.

Tabelle.

No. der Analyse.	N nach Dumas.	N nach Kjeldahl.	Differenz in %.
1	0,0958	0,09555	— 0,3
2	0,0668	0,0665	— 0,4
3	0,0836	0,084	+ 0,47
4	0,0735	0,0735	0,00
5	0,00976 (theoret. Menge)	0,0098	0,00
6	0,0823	0,0819	— 0,4
7	0,094	0,09375	— 0,2
8	0,0864	0,0864	0,00
9	0,0473	0,04732	+ 0,05
10	0,0614	0,0616	+ 0,48
11	0,0527	0,0525	— 0,37
12	0,0632	0,0631	— 0,1
13	0,0765	0,0762	— 0,3
14	0,05875	0,0589	+ 0,2
15	0,05014	0,05019	+ 0,1
16	0,0628	0,063	+ 0,3
17	0,0705	0,0707	+ 0,27
18	0,0697	0,0686	— 1,5
19	0,0594	0,0596	+ 0,33
20	0,0612	0,0605	— 1,1
21	0,048	0,0477	— 0,63
22	0,0772	0,0777	+ 0,6
23	0,0612	0,0616	+ 0,6
24	0,0638	0,0637	— 0,1
25	0,0725	0,073	+ 0,6
26	0,05186	0,052	+ 0,28

Der mittlere Fehler war hiernach bei der Methode von Kjeldahl
— **0,04%**.

Es ergibt sich zur Harnuntersuchung demnach folgende einfachste Modification der Kjeldahl'schen Methode:

5 ccm Harn von mittlerer Concentration werden aus einer Bürette in eine ca. 300 ccm haltende Erlenmeyer'-sche Kochflasche abgemessen, mit 10 ccm englischer und 10 ccm rauchender Schwefelsäure versetzt und auf einem Drahtnetz über einer grossen Bunsen'schen Flamme so lange erhitzt, bis das Wasser und die sich bildenden Gase verjagt sind. Hat die durch den Schwefelsäure-

zusatz anfangs schwarz gewordene Flüssigkeit einen braunen Farbenton angenommen, so macht man die Flamme klein, so dass nur von Zeit zu Zeit schwache Stösse kommen. Das Erhitzen nimmt 25—30 Minuten in Anspruch, und die Flüssigkeit wird zuletzt hellgelb.

Nun entfernt man die Flamme, lässt abkühlen, verdünnt mit Wasser auf ca. 200 ccm, kühlt wieder ab und bringt das Ganze in eine ca. $^{3}/_{4}$ Liter fassende Kochflasche. Nachdem man 80 ccm Natronlauge (1,3 spec. Gewicht) hinzugefügt hat, verschliesst man rasch mit dem Stopfen und destillirt. Die vorzulegende titrirte Schwefelsäure misst man am besten in eine ungefähr 400 ccm fassende Kochflasche ab und sorgt dafür, dass das NH_3 zuführende Rohr in der Vorlage immer möglichst nahe dem Niveau der Säure ausmündet.

Sicherer ist es, die grössere Vorlage mittelst eines Glasrohres noch mit einer kleineren, ebenfalls titrirte Schwefelsäure enthaltenden Kochflasche zu verbinden, und erst aus dieser ein Rohr in die atmosphärische Luft ausmünden zu lassen [1]). Um zu erfahren, ob alles Ammoniak sich in der Vorlage befindet, lüftet man vorsichtig den Stopfen der Vorlage, bringt mittelst einer Pincette einen Streifen Lackmuspapier an das NH_3 zuführende Rohr und sieht zu, ob das abfliessende Destillat den Streifen noch bläut. Die Menge der durch Ammoniak nicht gesättigten Schwefelsäure in der Vorlage wird durch Titration mit einer aequivalenten Natronlauge gefunden.

Selbstverständlich darf nie versäumt werden, durch besondere Controlversuche festzustellen, dass die angewandte Schwefelsäure frei von Ammoniak ist.

Die ganze Analyse lässt sich in einer Stunde ausführen.

---

1) Betreibt man die Destillation Anfangs nicht zu stürmisch, so wird man auch mit einfacher Vorlage keinen wesentlichen Verlust an Ammoniak erleiden.

(Aus dem physiologischen Institut zu Christiania.)

Ueber den Gehalt des Blutes an Zucker und reducirender Substanz unter verschiedenen Umständen.

Von

Jac. G. Otto.

Ueber den normalen Zuckergehalt des Blutes liegen eine bedeutende Zahl von Bestimmungen vor, von denen jedoch kaum eine vollkommen von Mängeln frei ist. Der Zucker ist bei diesen Untersuchungen theils durch Titrirung mit Fehling'scher Flüssigkeit, theils dadurch bestimmt worden, dass das von Eiweiss befreite Blut mit einer alkalischen Kupferoxydlösung erhitzt, der abfiltrirte Kupferoxydulniederschlag mit Salpetersäure oxydirt und sein Kupfergehalt auf galvanischem Wege ermittelt wurde — und endlich in der neueren Zeit (von Mering und Bleile) theils durch Titrirung mit Sachse's Flüssigkeit. In so fern ist gegen die Methode nichts einzuwenden, aber keiner der früheren Forscher auf diesem Gebiete hat auf das mögliche Vorkommen anderer reducirender Stoffe im Blute als Zucker gebührend Rücksicht genommen, wiewohl mehrere von ihnen sogar ausdrücklich das Vorhandensein derartiger Stoffe hervorheben und obgleich es unter keinen Umständen als bewiesen angesehen werden kann, dass das Blut ausser Zucker keine reducirenden Substanzen enthält. Was diese Frage im Allgemeinen betrifft, so hat sich etwas Uneinigkeit unter den Forschern gezeigt. Hoppe Seyler[1]) meint (oder meinte) z. B. die reducirenden Stoffe sollten sich erst bei der Fäulniss des Blutes bilden; es muss jedoch wohl jetzt, besonders nach den neueren Untersuchungen von Pflüger[2]) und Alex. Schmidt[3]) als bewiesen angesehen werden, dass sie wirklich —

1) Medicinisch-chemische Untersuchungen. Berlin 1866, S. 133 u. f.
2) Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1869, S. 321 und 722.
3) Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1867, S. 356.

wenn auch vielleicht nur in geringem Grade — schon in vollkommen frischem Blute vorkommen. Dieselbe Erfahrung hat auch Cl. Bernard[1]) gemacht, und Affanasiew[2]) und Tscheriew[3]) haben darauf weitere Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Ursprunges dieser Stoffe geliefert, indem der Erste nachwies, dass nur die Blutkörperchen, nicht das Serum, in Erstickungsblut Sauerstoff chemisch fest zu binden vermag (d. h. so, dass er im Vacuum nicht ausgetrieben werden kann), und der Letzte die Lymphe und das Blutserum bei erstickten Thieren in dem Sinne von reducirender Substanz frei fand, dass dieselben keinen Sauerstoff chemisch aufzunehmen vermochten. Wie sich das auch immer verhalten mag, kann für meinen Zweck so ziemlich gleichgültig sein, da mir nur die Frage vorliegt, ob das Blut solche reducirende Stoffe enthält, die bei der Zuckerbestimmung nach dem allgemein gebräuchlichen Verfahren in Betracht kommen, und dies ist, wie ich später nachweisen werde, in einem verhältnissmässig nicht ganz geringen Grade der Fall.

Bevor ich jedoch zu meinen eigenen Untersuchungen über den Zuckergehalt des Blutes und derjenigen Stoffe, welche die Bestimmung desselben beeinflussen, übergehe, will ich eine kurzgefasste historische Uebersicht der bisher in dieser Richtung ausgeführten Untersuchungen vorausschicken und dann, um Wiederholungen möglichst zu sparen, in der Folge auf dieselbe verweisen. Tiedemann und Gmelin[4]) scheinen die Ersten gewesen zu sein, welche Zucker im Hundeblute sowohl nach Fütterung mit Kohlenhydraten wie mit Fleisch nachzuweisen glaubten, während Mac Gregor[5]) sein Vorkommen im Menschenblut, allerdings auf eine nichts weniger als sichere Untersuchungsmethode bauend, besprochen hat. Thomson[6]) bestätigte dann Tiedemann's und Gmelin's Beobachtungen und bestimmte den Zuckergehalt in Hühnerblut nach der Gährungsmethode auf 0,037—0,06%. Ungefähr gleichzeitig untersuchten Magendie[7]) und

1) Journ. de physiologie I, S. 233.
2) Ber. d. sächs. Ges. d. Wissensch. XXIV, 1872, S. 253.
3) Ber. d. sächs. Ges. d. Wissensch. XXVI, 1874, S. 116.
4) Verdauung nach Versuchen. Heidelberg 1826. Bd. I, S. 184—186.
5) London medical Gazette 1877, May.
6) Philosophical Magazine 1845, Vol. 26.
7) Compt. Rend. T. XXIII, S. 187.

Frerichs[1]) Hundeblut auf Zucker mit positivem Resultat, ersterer nach Kartoffel- und Fettnahrung (sowie bei Pferden nach reichlicher Haferfütterung, wobei er auch Dextrin zu finden glaubte), letzterer nach Genuss von Kartoffeln und Brod mittels der Trommer-schen und Moores'schen Zuckerproben. Derjenige aber, welcher die Ehre hat, mit voller Bestimmtheit Zucker im Blute nachgewiesen zu haben, ist Cl. Bernard[2]), welcher einige Jahre nachher mit gewohnter Genauigkeit den normalen Gehalt des Blutes an Zucker bewiesen und seine Unabhängigkeit von der Nahrung angegeben hat. Ohne Bernard's Resultate zu kennen, fand C. Schmidt[3]) im Jahre 1850 dasselbe betreffs der Kuh, des Hundes und der Katze, indem er sich auf die Kupferoxydreduction und die Hefeprobe stützte, und später hat eine grosse Anzahl von Forschern diese Beobachtungen bestätigt.

Die Reactionen, auf welche sich die älteren Forscher hauptsächlich stützten, waren die reducirende Wirkung der wässrigen Lösung des eingedampften alkoholischen Blutextracts auf einzelne Metalloxyde durch Kochen mit diesen in alkalischer Lösung, Braunfärben beim Erhitzen mit Natronlauge, Alkoholgährung durch Stehen mit Hefe und Darstellung einer Verbindung der reducirenden Substanz mit Kali (Zuckerkali). Abeles[4]) hat diese Beweise durch den Nachweis der optischen Activität des reducirenden Stoffes ergänzt, indem er fand, dass derselbe den Polarisationsplan nach rechts dreht. Külz[5]) constatirte dann, dass die im Blut von Diabetikern und Ewald[6]), dass die in normalem Blut enthaltene reducirende Substanz dextrogyr ist, wiewohl Cantani[7]) zu dem gegentheiligen Resultat gelangt war, während v. Mering[8]) Külz' Beobachtungen, die sich auch später als vollkommen rich-

1) Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig 1842, Bd. III, S. 808, Anm, 9.

2) Memoires de la societé de biologie Bd. I, 1849, S. 121.

3) Characteristik d. epidemischen Cholera, Dorpat u. Mitau 1850. S. 161.

4) Medicinische Jahrbücher 1875. 3. Heft.

5) Arch. f. exp. Pathologie und Pharmakologie Bd. VI, S. 143.

6) Berliner klinische Wochenschrift 1875, No. 51 und 52.

7) Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. XI, S. 443.

8) Untersuchungen über Diabetes mellitus. Vortrag gehalten in der 49. Naturforscherversammlung in Hamburg (cit. nach der Deutschen Zeitschr. für pract. Medicin No. 40).

tig erwiesen haben, bestätigte. Auf Grund dieser Verhältnisse nimmt man gewöhnlich an, dass der im Blute normal vorkommende Zucker Traubenzucker[1]) ist, obwohl der eigentliche Beweis hierfür, die Darstellung in Substanz aus dem Blute, fehlt. Indesssen fehlte es auch nicht an Gegnern gegen die Annahme, normales Blut enthalte Traubenzucker, und namentlich haben Pavy[2]) und Mac. Donnel[3]) dieselbe bekämpft. Später ist jedoch Pavy[4]) durch Wiederholung seiner Versuche zu der Erkenntniss gelangt, dass er sich geirrt hat, und dass die Resultate der früheren Forscher richtig gewesen sind. Durch quantitative Bestimmungen fand er in arteriellem Blut 0,0787 % Zucker, während Mac. Donnell dasselbe als vollkommen zuckerfrei bezeichnet und hierin von Schiff[5]) unterstützt wird, der jedoch früher[6]) selbst geringe Spuren von Zucker in Pfortaderblut gefunden hatte. Indessen muss es jetzt als vollkommen bewiesen angesehen werden, dass das Blut Zucker enthält, und das Einzigste, worüber noch gestritten werden kann, ist, ob dieser Zucker Traubenzucker oder Maltose oder möglicherweise beides auf einmal ist. Bis auf Weiteres ist dies auch als eine offene Frage zu betrachten, wiewohl alle Wahrscheinlichkeit für den Traubenzucker spricht.

Die neuesten Arbeiten über den Blutzucker sind von v. Mering[7]), Bleile[8]) und Seegen[9]), aber diese sind namentlich wegen der darin enthaltenen quantitativen Analysen interessant, und ich werde daher später auf dieselben zurückkommen. Mehrere der früher citirten Abhandlungen enthalten auch quantitative Bestimmungen des Zuckers, aber wie oben erwähnt sind die ange-

---

1) Vorübergehend sei bemerkt, dass Hofmeister (Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. I, 1877. S. 101) eine Spur von Milchzucker im Blute von Frauen während der Lactationsperiode gefunden hat, und dass Colin (Traité de physiologie comparée etc. T. II, S. 544) nach Fütterung mit Rohrzucker diesen im Pfortaderblut bei Hunden nachgewiesen zu haben glaubt.

2) Researches on the nature and treatment of diabetes. 2. Edition 1869.

3) Observations on the functions of the liver. Dublin 1864.

4) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1877. No. 35. S. 630.

5) Journ. de l'anatomie et de physiologie 1866.

6) Untersuchungen über d. Zuckerbildung in der Leber. Würzburg 1859.

7) Arch. f. Anatomie und Physiologie. Physiol. Abthl. 1877, S. 379—416.

8) Arch. f. Anatomie und Physiologie. Physiol. Abthl. 1879, S. 59—78.

9) Dies Archiv Bd. XXXIV. 1884, S. 388—422.

wandten Methoden nicht einwurfsfrei, was auch bereits aus dem Umstande hervorgeht, dass die verschiedenen Analytiker in dieser Beziehung zu abweichenden Resultaten gelangt sind, was ich später zu beleuchten beabsichtige, sobald ich meine eigenen Untersuchungen über diesen Gegenstand mitgetheilt haben werde.

Bei den Versuchen, welche die Bestimmung des Zuckergehaltes im Blute bezweckten, bin ich auf folgende Weise verfahren:

Das direct aus der Ader kommende Blut wurde in einem grossen Ueberschusse von absolutem Alkohol aufgefangen, um Fermentwirkungen zu vermeiden, was übrigens nach der Meinung der meisten Forscher und meinen späteren Erfahrungen wenig oder nichts zu bedeuten hat. Das Glas und der Alkohol waren vorher genau gewogen, so dass man durch Wägen nach dem Aderlass die Menge des angewandten Blutes erfahren konnte. Das ausgeschiedene Coagulum, das allen Blutfarbstoff und alles Eiweiss enthielt, wurde abfiltrirt und mit kochendem Wasser vollständig ausgewaschen[1]). Aus dem mit dem Waschwasser vereinigten Filtrat wurde aller Alkohol durch Verdunsten entfernt und der Zucker darin mittels der von Worm Müller[2]) ausgebildeten Methode zur Bestimmung kleiner Zuckermengen im Harne bestimmt. Dieselbe besteht einfach darin, dass die zuckerhaltige Flüssigkeit — in diesem Falle das von Eiweiss und Blutfarbstoff befreite Blut — mit Knapp'scher Flüssigkeit titrirt, worauf ein Theil der ursprünglichen Lösung ca. 24 Stunden mit Hefe an einem einigermassen warmen Orte stehen gelassen, dann nach Entfernung der Hefe durch Filtriren und Erwärmen der Flüssigkeit zum Kochen nochmals titrirt wurde. Die Differenz zwischen den bei beiden Titrirungen gefundenen Mengen reducirender Substanz nach dem Reductionsvermögen des Traubenzuckers für Knapp'sche Flüssigkeit berechnet gibt dann den wirklichen Traubenzuckergehalt an. Auf einen Beweis für die Richtigkeit des Resultates brauche ich mich nicht einzulassen, da ein solcher neulich von Worm Müller (l. c.) betreffs des Harnes geliefert worden ist, und da hier das von Farbstoff und Eiweiss befreite Blut eine vollkommen klare und farblose Flüssigkeit ist, so ist es einleuchtend, dass die Me-

---

1) Specielle Versuche zeigten mir, dass das Coagulum nach dieser Behandlung keine Spur von Zucker enthielt.

2) Dies Archiv Bd. XXXIII. S. 211—220.

thode hier wenigstens eben so genau sein muss, wie bei dem oft stark gefärbten Harne.

Leider habe ich nur ein Mal Gelegenheit gehabt, den Zuckergehalt in normalem Menschenblut zu bestimmen. Dasselbe war einem Dienstmanne entnommen, welcher im Voraus untersucht und normal befunden worden war. Der Aderlass, wobei ungefähr 400 ccm Blut genommen wurden, geschah, um Material für eine Transfusion bei einem Arbeiter zu schaffen, der einen so bedeutenden Blutverlust erlitten hatte, dass er nur auf diese Weise gerettet werden konnte. Ich erhielt die ersten und die letzten 20 ccm des gelassenen Blutes zur Analyse; das Resultat der Untersuchung der ersten Portion lasse ich hier folgen, das der zweiten wird unter den Aderlassversuchen näher besprochen werden.

Durch Titriren mit Knapp'cher Flüssigkeit vor und nach der Gährung des von Eiweiss befreiten Blutes wurde erhalten:

Vor der Gährung:

0,147 % reducirenden Stoffes wie Zucker berechnet.

Nach der Gährung:

0,029 % reducirender Substanz wie Zucker berechnet.

Der wirkliche Zuckergehalt war demnach 0,147—0,029 = 0,118 % Zucker.

Obgleich ich natürlich dieser einen Analyse keinen grossen Werth als Maassstab für den normalen Zuckergehalt des Blutes beilegen darf, so habe ich doch dieselbe mittheilen zu müssen geglaubt, theils als eine Bestätigung des viel bestrittenen Factums, dass das Menschenblut normal Zucker enthalte, theils als einen wenn auch kleinen Beitrag zur Kenntniss des gewöhnlichen Zuckergehaltes in demselben, und insofern hat die Analyse unter allen Umständen einen gewissen Werth, als sie nach einer genaueren Methode als irgend welche frühere ausgeführt ist. Ausserdem kommen ja in unseren Tagen Aderlässe bei gesunden Individuen so selten vor, dass man keine Gelegenheit unbenutzt lassen darf, um das Material zu verwerthen.

Die Analyse zeigt ausserdem noch etwas Anderes von Interesse, nämlich, dass das Menschenblut in normalem Zustande ausser dem Zucker noch eine gährungsunfähige reducirende Substanz in minimaler Menge enthält. Da mir der mit absoluter Bestimmtheit gelieferte Nachweis für das Vorkommen einer derartigen Substanz von specieller Wichtigkeit zu

sein schien, und der Einwand möglicherweise geltend gemacht werden könnte, eine so geringe Menge wie die gefundene rühre von Ungenauigkeiten bei der Bestimmung her, so habe ich mit einem kleinen Theile des von Eiweiss und Farbstoff befreiten Blutes folgendes Experiment angestellt:

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Flüssigkeit vor der Gährung eine ausgesprochene Zuckerreaction nach Worm Müller's [1]) Verfahren gab, versuchte ich dasselbe mit der nach der Gährung etwas concentrirten Flüssigkeit, aber mit vollkommen negativem Resultate. Wurde jedoch die Reaction derartig angestellt, dass man der ausgegohrenen und concentrirten Flüssigkeit zuerst einen Tropfen verdünnter Kupfersulfatlösung (1 %) zusetzte, dann dieselbe kochte und nach einer 20—25 Secunden langen Abkühlung mit einer gleichfalls gekochten und eben so lange abgekühlten Natronlauge (2 %) [2]) versetzte, so erhielt man eine deutliche, wenn auch schwache Reaction, aber keine Ausscheidung von Kupferoxydul. Dass wirklich eine Reduction vor sich gegangen, davon überzeugte ich mich durch Zusatz von Essigsäure und Ferridcyankalium, wobei die Flüssigkeit braunroth gefärbt wurde. So sicher wie überhaupt möglich habe ich somit eine reducirende Substanz, die nicht Traubenzucker ist, unter normalen Verhältnissen im menschlichen Blute nachgewiesen; dass dieselbe unter gewissen Umständen bedeutend zunehmen kann, werde ich später zeigen.

Ueber die chemische Natur dieser reducirenden Substanz darf ich kaum eine Meinung aussprechen, obgleich der Gedanke an Kreatinin wegen der Fähigkeit des erwähnten Stoffes, Kupferoxydul aufzulösen, ziemlich nahe liegt, da das Kreatinin nach Worm Müller's Untersuchungen [3]) die Eigenschaft hat, Kupferoxyd in alkalischer Flüssigkeit zu reduciren und das gebildete Kupferoxydul in Lösung zu erhalten. Eine Stütze für diese Annahme könnte auch in Voit's [4]) Angabe gefunden werden, die darauf hinausgeht, dass in Ochsenblut 0,108—0,005 %, in Hundeblut 0,03—0,07 % Kreatin vorkommen soll; allerdings fand er kein

1) Dies Archiv Bd. XXVII, 1882, S. 107.

2) Vgl. Worm Müller l. c. S. 86.

3) Dies Archiv Bd. XXVII, 1882, S. 59.

4) Zeitschr. f. Biologie Bd. IV, 1868, S. 93.

Kreatinin, aber vermöge des leichten Ueberganges von Kreatin in Kreatinin kann dieser Umstand als Gegenargument nicht benutzt werden. Auch an Harnsäure könnte man möglicherweise denken, da diese bekanntlich Kupferoxyd gleichfalls reducirt und nach Worm Müller [1]) unter gewissen Umständen das gebildete Kupferoxydul in alkalischer Flüssigkeit aufgelöst halten kann. Harnsäure ist auch von Meissner [2]) nach Fleischfütterung im Hundeblute gefunden worden, aber nur in einer Menge von 0,031 pro Mille. Am wahrscheinlichsten ist es übrigens, dass sich unter diesen Umständen im Blute wie im Harne [3]) mehrere Stoffe geltend machen; das mag nun sein wie es will, die Hauptsache ist vorläufig, dass im Blute auch andere reducirende Stoffe als Traubenzucker vorkommen, und dass dies der Fall ist, glaube ich nach obenstehender Analyse und den später folgendeh Untersuchungen zur Genüge bewiesen zu haben, ungeachtet dessen, dass früher Cl. Bernard [4]) und in der neueren Zeit Picard [5]) angegeben haben, normales Blut verliere durch mehrstündiges Stehen bei 30° C. mit oder ohne Hefe seine Beductionsfähigkeit vollständig, was übrigens auch den Erfahrungen von Pavy [6]), Cazeneuve [7]) und Seegen [8]) widerspricht. Die Erfahrungen des Ersteren und Letzteren gehen dahin, dass immer eine gewisse Menge reducirender Substanz, die nicht Zucker ist, zurückbleibt, was demnach mit meinen Beobachtungen vollkommen übereinstimmt, und der Zweite hebt hervor, die Reduction des Kupferoxyds sei zum Nachweis von Zucker im Blute nicht genügend, weil die polarimetrische Controlle damit nicht stimmt.

Ich bin so genau auf diese Frage eingegangen, theils aus Interesse für die Sache, theils um ein für alle Mal darauf verweisen zu können, was das Vorkommen reducirender, gährungsunfähiger Stoffe in Kaninchen- und Hundeblut betrifft.

Bezüglich früherer Zuckerbestimmungen im Menschenblute

1) Dies Archiv Bd. XXVII, 1882, S. 22.
2) Zeitschr. f. rat. Medicin. 3. Reihe, Bd. XXXI, S. 148.
3) Vgl. Worm Müller, l. c. S. 90—92.
4) l. c. S. 121.
5) Compt. Rend. T. 88, S. 755.
6) Proceed. of the Royal Society Bd. XXVIII, S. 520.
7) Compt. Rend. T. 88, S. 595 und 864.
8) l. c. S. 393.

liegen verschiedene Angaben vor. Bernard[1]) fand beispielsweise im Aderlassblute zweier gesunder Individuen 0,09 und 0,117 %. Bock und Hofmann[2]) 0,04—0,1 %, also Zahlen, die mit den meinen durchaus nicht schlecht übereinstimmen. V. Mering[3]) untersuchte das Blut der Medianvene von zwei normalen und kräftigen jungen Leuten mit dem Resultat, dass das Serum hier resp. 0,130 und 0,145 % Zucker enthielt. Nimmt man an, der Zucker wäre nur im Plasma enthalten (ich werde später auf diese Frage zurückkommen), und dass 100 Theile Blut 36 Theile Blutkuchen (Blutkörperchen und Fibrin) und 64 Theile Serum (Hoppe-Seyler) enthalten, so ist der Zuckergehalt des Gesammtblutes in diesen Fällen resp. 0,0832 und 0,0928 %, d. i. nicht so unbedeutend weniger als bei meinen Versuchen; dabei muss aber berücksichtigt werden, dass das angenommene Serumprocent nichts weniger als sicher ist, so dass eine Vergleichung nicht leicht möglich ist. Ausserdem geht aus allen Beobachtungen hervor, dass der Zuckergehalt des Blutes so variirt, dass man noch bei weitem keine Norm aufzustellen berechtigt ist, und dies um so weniger, als die Untersuchungsmethoden bis jetzt an verschiedenen Mängeln litten. Ich wiederhole daher, dass ich meine Analyse nur als einen unbedeutenden Beitrag zur Kenntniss des normalen Zuckergehaltes im Menschenblute betrachte, eine Kenntniss, die als eines der wichtigeren Probleme der Physiologie angesehen werden muss, besonders seitdem Bernard die Behauptung aufgestellt hat, dass wahre Glykosurie (Diabetes mellitus) in der Relation zu dem Zuckergehalte des Blutes stehe, dass sie entsteht, sobald dieser 0,3 % übersteigt.

Nachdem ich mich von der Anwesenheit des Zuckers im Blute überzeugt hatte, schien es mir zunächst am meisten geboten, den eventuellen Unterschied zwischen dem Zuckergehalt des arteriellen und venösen Blutes der verschiedenen Gefässprovinzen zu studiren. In der Absicht habe ich bei Hunden den Zuckergehalt des Blutes in Art. und Ven. cruralis, bei Kaninchen denselben in Art. carotis und Ven. jugularis bestimmt. Beide Gefässe wurden auf die gewöhnliche Weise herauspräparirt und der

1) l. c. S. 121.

2) Experimentalstudien über Diabetes, Berlin 1874.

3) l. c. S. 380.

Aderlass wurde unter denselben Bedingungen und gleichzeitig vorgenommen, um die möglichen Folgen des Blutverlustes aus der einen für die andere zu eliminiren. Uebrigens war dieser so gering (20 ccm von jeder), dass er kaum irgend einen Einfluss ausüben konnte. Die Resultate der Versuche folgen in den nachstehenden Tabellen. Bezüglich der Bezeichnungen in diesen ist zu bemerken, dass die erste Rubrik die gesammte Menge reducirender Substanz vor der Gährung, als Zucker berechnet, in Procenten angiebt, die zweite Rubrik den Gehalt an reducirender Substanz nach der Gährung und die dritte Rubrik den wirklichen Zuckergehalt, gleich der Differenz der Werthe in der ersten und zweiten Rubrik.

Männliche Hunde.

No.	Art. crur.			Vena crur.		
	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zuckergehalt.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zuckergehalt.
1	0,205 %	0,058 %	0,147 %	0,196 %	0,072 %	0,124 %
2	0,157 „	0,031 „	0,126 „	0,149 „	0,029 „	0,120 „
3	0,186 „	0,049 „	0,137 „	0,198 „	0,069 „	0,129 „
4	0,160 „	0,028 „	0,132 „	0,156 „	0,046 „	0,110 „
5	0,152 „	0,027 „	0,125 „	0,148 „	0,033 „	0,115 „
6	0,132 „	0,016 „	0.116 „	0,138 „	0,037 „	0,101 „
7	0,131 „	0,021 „	0,110 „	0,136 „	0,031 „	0,105 „
8	0,141 „	0,023 „	0,118 „	0,146 „	0,038 „	0,108 „
9	0,138 „	0,020 „	0,118 „	0,146 „	0,046 „	0,100 „
10	0,127 „	0,017 „	0,110 „	0,135 „	0,018 „	0,117 „

Weibliche Hunde.

No.	Art. crur.			Vena crur.		
	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zuckergehalt.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zuckergehalt.
1	0,158 %	0,027 %	0,131 %	0,153 %	0,036 %	0,117 %
2	0,149 „	0,023 „	0,126 „	0,142 „	0,032 „	0,110 „
3	0,132 „	0,022 „	0,110 „	0,128 „	0.026 „	0,102 „
4	0,128 „	0,016 „	0,112 „	0,126 „	0,024 „	0,102 „

Die Tabellen zeigen, dass der Zuckergehalt bei 14 verschiedenen Hunden sowohl in der Arteria wie in der Vena cruralis bei meinen Versuchen ziemlich constant war. Die reducirende, gährungsunfähige Substanz scheint verhältnissmässig grösseren Va-

riationen ausgesetzt zu sein; denn während der Unterschied zwischen dem Maximal- und Minimalwerth für den wirklichen Zuckergehalt 0,037 % beträgt, so ist diese Differenz bei der gesammten reducirenden Substanz 0,078 %, ein Verhältniss, das nur der nach der Gährung zurückbleibenden reducirenden Substanz zugeschrieben werden kann. Aus den Tabellen scheint ebenfalls hervorzugehen, dass der Geschlechtsunterschied keinen wesentlichen Einfluss auf den Zuckergehalt ausübt, indem dieser bei männlichen wie weiblichen Hunden ungefähr gleich gross ist, aber im Uebrigen ist das Material zu klein, um daraus in dieser Beziehung definitive Schlüsse ziehen zu können. Ein anderer Umstand macht sich dagegen auffällig geltend, der nämlich, dass das Arterienblut bis auf eine einzige Ausnahme (No. 10, Tab. S. 476) an Zucker constant reicher ist als das Cruralvenenblut, während der Gesammtgehalt an reducirender Substanz vor der Gährung keine merkbaren Unterschiede in der Arterie und Vene zeigt. Allerdings ist der Unterschied so klein, dass ein bestimmter Schluss daraus dreist zu sein scheint, wenn man aber die Genauigkeit der Methode und die sonderbare Uebereinstimmung fast aller Versuche berücksichtigt, so muss doch zugegeben werden, dass dieser constante Unterschied Versuchsfehlern oder Zufälligkeiten kaum zugeschrieben werden kann. Schon Cl. Bernard[1]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass ein derartiger Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut stattfinden soll, aber spätere Forscher, wie z. B. Pavy[2]), Abeles[3]) und v. Mering[4]) haben dies zu widerlegen gesucht, und insofern haben sie Recht gehabt, als die Menge der gesammten reducirenden Substanz, die sie nur berücksichtigt haben, nach dem Vorstehenden keinen Unterschied im Arterien- und Venenblute zeigt, während wie gesagt ein wenn auch geringer solcher, was den wirklichen Zuckergehalt betrifft, mit ziemlich grosser Bestimmtheit aus meinen Versuchen hervorgeht. Uebrigens stehen meine Beobachtungen, was den Zuckergehalt des Hundeblutes im Allgemeinen betrifft (ohne Rücksicht auf arterielles und venöses Blut) eigentlich in keinem Widerspruche mit den

1) l. c. S. 128.
2) l. c. S. 681.
3) l. c. 3. Heft.
4) l. c. S. 389.

älteren Angaben darüber, indem beispielsweise Bernard, Pavy und Abeles von 0,067—0,151 % Zucker im Hundeblut, v. Mering 0,115—0,212 % im Hundeblut und Bleile bei seinen neuesten Untersuchungen über diesen Gegenstand 0,052—0,108 % im Blut gefunden haben.

Bei Kaninchen scheint der normale Zuckergehalt constant etwas geringer als beim Menschen und bei den Hunden zu sein, vgl. die folgende Versuchsreihe mit Blut aus der Arteria carotis und Vena jugularis. Die Bezeichnungen sind dieselben wie früher:

Männliche Kaninchen.

No.	Art. carotis			Vena jugularis		
	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.
1	0,123 %	0,025 %	0,098 %	0,127 %	0,036 %	0,091 %
2	0,106 „	0,017 „	0,089 „	0,112 „	0,030 „	0,082 „
3	0,137 „	0,031 „	0,106 „	0,128 „	0,038 „	0,090 „
4	0,109 „	0,018 „	0,091 „	0,106 „	0,026 „	0,080 „
5	0,118 „	0,020 „	0,098 „	0,111 „	0,028 „	0,083 „

Weibliche Kaninchen.

No.	Art. carotis			Vena jugularis		
	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.	Vor der Gährung.	Nach der Gährung.	Zucker-gehalt.
1	0,130 %	0,023 %	0,107 %	0,124 %	0,033 %	0,091 %
2	0,117 „	0,020 „	0,097 „	0,120 „	0.031 „	0,089 „
3	0,106 „	0,018 „	0,088 „	0,109 „	0,026 „	0,083 „
4	0,132 „	0,030 „	0,102 „	0,122 „	0,032 „	0,090 „
5	0,127 „	0,024 „	0,103 „	0,121 „	0,026 „	0,095 „

Wie ersichtlich, war das Arterienblut constant reicher an Zucker als das Blut von Vena jugularis und überhaupt stimmt die Versuchsreihe bezüglich der Kaninchen ganz gut mit den beim Hundeblut erhaltenen Resultaten, nur mit dem Unterschied, dass der Zuckergehalt bei den untersuchten Kaninchen niedriger als bei den Hunden war. Cl. Bernard hat angegeben, dass in dieser Beziehung kein Unterschied zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern vorkommen soll, wogegen man es nach Bock und Hoff-

mann[1]), welche für den Zuckergehalt bei Kaninchen Zahlen fanden, die mit den meinen gut übereinstimmen, als sicher ansehen muss, dass Kaninchenblut weniger Zucker als Hundeblut enthält. Da soweit mir bekannt, keine anderen als die erwähnten Angaben über den normalen Zuckergehalt des Blutes in der Literatur vorliegen, so verlasse ich hiermit diese Frage.

Bevor ich jedoch zu dem nächsten Abschnitt übergehe, will ich in Kürze auf das Problem eingehen, ob der Blutzucker in den Blutkörperchen oder im Plasma oder in Beiden enthalten ist. Es ist allerdings die gewöhnliche Annahme, der Zucker im Blut gehöre dem Plasma an, aber nach den neuesten Untersuchungen von Bleile[2]) kann dies durchaus nicht als erledigt angesehen werden, indem er als Resultat seiner Untersuchungen in dieser Richtung anführt (l. c. S. 66): „In dem Blute scheint der Regel nach der Zucker nur dem Serum eigen zu sein, doch mag es auch vorkommen, dass ein kleiner Antheil des Zuckers auch in den Körperchen enthalten ist.“ Es fehlt indessen eine exacte Methode zur Erledigung dieser Frage, so dass es hier schwer fällt, zu einem Resultate zu gelangen. Bleile, welcher sich, wie erwähnt, mit dieser Frage beschäftigt hat, nahm, um darin Klarheit zu gewinnen, eine Reihe vergleichender Bestimmungen in dem Gesammtblut und Serum vor, dann bestimmte er das Serumprocent durch Centrifugiren des Blutes, Auswaschen des Blutkuchens mit 2,5 %-iger Chlornatriumlösung und Berechnung des Serumgehaltes nach Hoppe-Seyler's Methode. Durch Vergleichung der so gefundenen Serummenge mit der, die man durch Berechnung derselben aus den in dem Gesammtblut und Serum gefundenen Zuckergehalten unter der Voraussetzung erhalten hatte, dass der Zucker nur im Serum und nicht in den Blutkörperchen vorkam, musste er zu einem Resultate kommen, indem die nach beiden Methoden erhaltenen Serumprocente gleich gross sein sollten, wenn die Voraussetzung richtig war. Seine Schlüsse sind, wie oben bemerkt, ziemlich unsicher und Anderes ist auch nicht zu erwarten, da, wie bekannt, das Auswaschen der Blutkörperchen mit Chlornatriumlösung nicht ohne Mängel ist.

Um der Entscheidung etwas näher zu kommen, habe ich einen

---

1) l. c.

2) l. c. S. 63—66.

anderen Weg eingeschlagen, welcher jedoch den Uebelstand hat, dass er sich nur bei dem langsam coagulirenden Pferdeblut anwenden lässt, so dass sich das Resultat nur direct darauf beziehen lässt und nur unter der — übrigens höchst wahrscheinlichen — Voraussetzung auch für andere Blutsorten verwendbar ist, dass sich hier die Blutkörperchen auf gleiche Weise verhalten wie beim Pferdeblut. Leider habe ich nur Material für zwei Versuche auftreiben können, aber diese haben so gute Resultate ergeben, dass ich kein Bedenken hege, daraus sichere Schlüsse zu ziehen in erster Instanz in Bezug auf Pferdeblut und unter der erwähnten Voraussetzung auch auf das Blut der übrigen Säugethiere.

Das Princip meiner Untersuchungen ist folgendes:

Nach Hoppe-Seyler [1]) kann der Gehalt an Plasma und feuchten Blutkörperchen [2]) im Pferdeblute durch eine Fibrinbestimmung festgestellt werden, die in dem Gesammtblut und in dem blutkörperchenfreien Plasma vorgenommen wird, nach der Proportion:

$$100 \text{ Theile Plasma} : f = x \text{ Theile Plasma} : F$$

$$x \text{ Plasma} = \frac{100 \text{ Plasma} . F}{f}$$

wo f den Fibringehalt in 100 Theilen Plasma und F denselben in 100 Theilen des Gesammtblutes bedeutet. Die Menge der feuchten Blutkörperchen findet man dann natürlich durch Subtraction des Plasmagehalts von 100.

Es ist einleuchtend, dass man statt des Fibringehaltes im Plasma und dem Gesammtblute irgend welche andere Substanz, die nur im Plasma vorkommt, bei dieser Berechnung verwenden kann, und darauf habe ich meine Versuche basirt, bei denen ich auf folgende Weise verfuhr:

Das den Adern direct entströmende Pferdeblut wurde in drei Portionen gesammelt; die erste in einem hohen, schmalen Cylinderglas, das von Eis umgeben war, die zweite direct in Alkohol wie bei der Zuckerbestimmung beschrieben, und die dritte in einem gewöhnlichen Fibrinbestimmungsapparat. Als sich die Blutkörperchen in der ersten Portion nach Verlauf einiger Minuten genügend

1) Virchow's Arch. f. pathol. Anat. etc. Bd. XII, S. 483.

2) Die Methode ist nur bei Pferdeblut anwendbar, weil nur dieses so langsam coagulirt, dass die Blutkörperchen Zeit erhalten, sich soweit zu senken, dass man etwas Plasma abpipettiren kann, ehe die Coagulation eintritt.

gesenkt hatten, wurden zwei Portionen von dem vollkommen klaren Plasma abpipettirt, von welchen die eine zu einer Fibrin-, die andere zu einer Zuckerbestimmung benutzt wurde.

Auf diese Weise erreichte ich:

1) eine Bestimmung der Fibrin- und Zuckermenge in dem Gesammtblut und

2) dasselbe im Plasma.

Ich hatte somit nach vollendeter Analyse alle Daten für die Berechnung der Menge von Plasma und der feuchten Blutkörperchen nach Hoppe-Seyler's Methode und ausserdem den Zuckergehalt in dem Gesammtblut wie im Plasma. Geht man davon aus, dass der Zucker nur im Plasma und nicht in den Blutkörperchen vorkommt und berechnet dann auf die oben genannte Weise die Menge der feuchten Blutkörperchen und Plasmas aus dem Zuckergehalt nach der Formel:

$$x \text{ Theile Plasma} = \frac{100 \text{ Theile Plasma} \,.\, S}{s},$$

wo S und s den Zuckergehalt in 100 Theilen Blut resp. Plasma, bedeutet, so muss, wenn die Voraussetzung richtig ist, die nach Hoppe-Seyler's Methode gefundene Menge Blutkörperchen und Plasma der auf obenstehende Weise aus dem Zuckergehalt berechneten Menge gleich sein. Ist die Vorraussetzung unrichtig, so wird sich das in dem Resultate zeigen, indem die beiden Methoden dann verschiedene Werthe für die Blutkörperchen- und Plasmamenge geben werden.

Die bei zwei Versuchen gefundenen Daten folgen in nachstehender Tabelle:

No.	Gesammtblut		Plasma	
	Fibrin-gehalt.	Zucker-gehalt.	Fibrin-gehalt.	Zucker-gehalt.
1	0,205 %	0,116 %	0,317 %	0,182 %
2	0,311 „	0,123 „	0,458 „	0,181 „

Berechnet man nach den in der Tabelle enthaltenen Werthen auf die erwähnte Weise die Menge der feuchten Blutkörperchen und das Plasma, so erhält man:

1) Nach **Hoppe-Seyler's** Methode:

64,65 % Plasma, 35,35 % Blutkörperchen.

Nach den Zuckerbestimmungen:

64,29 % Plasma, 35,71 % Blutkörperchen.

2) Nach **Hoppe-Seyler's** Methode:

67,88 % Plasma, 32,12 % Blutkörperchen.

Nach den Zuckerbestimmungen:

67,96 % Plasma, 32,04 % Blutkörperchen.

Die Uebereinstimmung ist hier so schlagend, dass kaum ein Zweifel darüber aufkommen kann, dass der Zucker wenigstens im Pferdeblut nur im Plasma vorkommt, und ein Schluss dahin, dasselbe sei bezüglich der übrigen warmblütigen Thiere auch der Fall, liegt so nahe, dass ein näherer Hinweis in dieser Richtung kaum nothwendig erscheinen dürfte.

Was die gährungsunfähige Substanz betrifft, die im Blute vorkommt und ihren Einfluss bei den Zuckerbestimmungen geltend macht, so scheint auch diese nur im Plasma vorzukommen. Vergl. die folgende Tabelle, woraus ersichtlich ist, dass ihre Menge im Plasma immer grösser als im Gesammtblute ist.

No.	Gesammtblut		Plasma	
	Reducirender Stoff vor d. Gährung.	Reducirender Stoff nach d. Gährung.	Reducirender Stoff vor d. Gährung.	Reducirender Stoff nach d. Gährung.
1	0,137 %	0,021 %	0,218 %	0,036 %
2	0,156 „	0,033 „	0,226 „	0,045 „

Ich habe früher S. 472—474 reducirende Stoffe erwähnt, die nach **Pflüger** im Blute und nach **Affanasiew** in den Blutkörperchen vorkommen sollen; dieselben müssen als so leicht oxydirbar angesehen werden, dass sie sich augenblicklich oxydiren, sobald das Blut mit der Luft in Berührung kommt, und können sich demnach bei den Zuckerbestimmungen nicht geltend machen.

Nachdem ich im Vorhergehenden das Resultat meiner Untersuchungen über das Verhalten des Blutzuckers unter normalen Umständen mitgetheilt habe, will ich jetzt dazu übergehen, denjenigen Einfluss zu beobachten, welchen einzelne Momente auf den Zuckergehalt ausüben können.

Wie früher erwähnt, habe ich ein einziges Mal Gelegenheit gehabt, Menschenblut auf den Zuckergehalt zu untersuchen (vergl. S. 472) und da das betreffende Individuum einem verhältnissmässig bedeutenden Aderlasse unterworfen wurde, so benutzte ich die Gelegenheit, um den Einfluss des Blutverlustes auf den Zuckergehalt zu studiren. Zu dem Zwecke wurde derselbe in den zuerst und zuletzt entströmenden 20 ccm Blut mit folgendem Resultate bestimmt:

	Vor dem Aderlass.	Nach dem Aderlass.
Reducirender Stoff vor der Gährung	0,147 %	0,168 %
Reducirender Stoff nach der Gährung	0,029 „	0,047 „
Wirklicher Zuckergehalt	0,118 „	0,121 „

Der Aderlass gab 425 gr Blut = 0,5 % des Körpergewichtes = 6,15 % der gesammten Blutmenge, wenn diese mit $^1/_{13}$ des Körpergewichtes angenommen wird.

Bei diesem Versuche war also der Zuckergehalt vor und nach dem Aderlass unverändert, während dagegen der Gehalt an gährungsunfähiger reducirender Substanz etwas nach dem Blutverluste zugenommen hatte.

Da dieses Resultat mit früheren Erfahrungen im Widerspruch steht, habe ich die Sache bei Hunden und Kaninchen genauer untersucht und verschiebe daher eine eingehendere Diskussion bis nach der Mittheilung des Resultates dieser Untersuchungen.

Nur bezüglich des Menschenblutes möchte ich darauf aufmerksam machen, dass der Gehalt an reducirender Substanz nach Verlauf von 7 Tagen auf das Ursprüngliche zurückgekehrt war, indem dann die Zuckerbestimmung in 30 gr Aderlassblut gab:

Reducirende Substanz vor der Gährung 0,150 %
„ „ nach „ „ 0,031 „
Wirklicher Zuckergehalt . . . . . . 0,119 „

Von Hunden habe ich auf das Verhalten des Blutzuckers zwei untersucht (No. 2 und 7 in der Tabelle auf S. 476). Beide waren ungefähr 14 Tage hindurch vor den Versuchen unter Beobachtung gehalten, und die Nahrung bestand in dieser Periode sowie nach dem Aderlass in 500 gr Fleisch pro Tag und Trinken nach Belieben. Die Observationen wurden vorgenommen, nachdem die Thiere 24 Stunden gehungert hatten, und das Blut wurde wie bei

meinen übrigen Versuchen an Hunden gleichzeitig der Art. und Ven. cruralis entnommen:

Hund No. 2.

Körpergewicht vor dem Aderlass . . . . 11650 gr
„ nach „ „ . . . . 11480 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. crur. 80 gr
„ „ „ „ „ Ven. crur. 80 „ . . . . 160 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht . . . . 1,36 %
„ „ „ „ „ von der Blutmenge (= $^1/_{13}$ des Körpergewichtes) . . . . 17.9 „

Hund No. 7.

Körpergewicht vor dem Aderlass . . . . 9210 gr
„ nach „ „ . . . . 9060 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. crur. 70 gr
„ „ „ „ „ Ven. crur. 70 „ . . . . 140 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht . . . . 1,41 %
„ „ „ „ „ von der Blutmenge (= $^1/_{13}$ des Körpergewichtes) . . . . 19,8 „

Die übrigen Daten sind in der folgenden Tabelle mitgetheilt. Es sei bemerkt, dass sich sämmtliche Zahlen nach dem Aderlass auf $^1/_2$ Stunde nach demselben beziehen.

No.		Vor dem Aderlass		Nach dem Aderlass	
		Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.
2	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,157 %	0,149 %	0,176 %	0,172 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,031 „	0,029 „	0,054 „	0,058 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,126 „	0,120 „	0,122 „	0,114 „
7	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,131 %	0,136 %	0,155 %	0,160 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,021 „	0,033 „	0,044 „	0,053 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,110 „	0,103 „	0,111 „	0,107 „

Das Resultat dieser beiden Versuche stimmt wie ersichtlich vollständig mit dem früher bei Menschenblut gefundenen, indem der Gehalt des Blutes an Zucker vor und nach dem Aderlass ungefähr derselbe war, während die gährungsunfähige reducirende

Substanz in einem verhältnissmässig bedeutenden Grade zugenommen hatte.

Um zu untersuchen, ob eine Wiederholung des Aderlasses, nachdem das Blut regenerirt war, irgend welchen Einfluss auf die beschriebenen Verhältnisse haben könnte, zapfte ich beim Hunde No. 2 am 13. Tage nach dem ersten Aderlass wieder 80 gr Blut aus der Art. crur. und 80 gr aus der Ven. crur., jedoch ohne dass sich irgend eine merkbare Abweichung von dem Gewöhnlichen geltend machte. Vergl. die folgende Tabelle.

	Vor dem 2. Aderlass		Nach d. 2. Aderlass	
	Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.
Reducirender Stoff vor der Gährung	0,160 %	0,158 %	0,182 %	0,178 %
Reducirender Stoff nach der Gährung	0,034 „	0,039 „	0,058 „	0,069 „
Wirklicher Zuckergehalt	0,126 „	0,119 „	0,124 „	0,119 „

Bezüglich des Verhaltens des Blutzuckers beim Aderlass scheint somit eine Wiederholung des Blutverlustes keine andere Veränderung als gewöhnlich zu bewirken.

Behufs weiterer Bestätigung der beim Menschen und Hunde erhaltenen Resultate habe ich das Verhalten des Blutzuckers bei Aderlässen auch bei 3 Kaninchen untersucht. Der einzige Unterschied zwischen diesen und den vorhergehenden Versuchen liegt darin, dass die Aderlässe hier aus der Art. carotis und Ven. jugularis geschehen, sowie dass der Blutverlust hier im Verhältniss zum Körpergewicht und der Gesammtblutmenge grösser als bei Hunden sein musste, um genügendes Material für die Untersuchung zu erhalten.

Schliesslich wird bemerkt, dass die benutzten Versuchsthiere, die Kaninchen No. 1, 2 und 3 der in der Tabelle auf S. 478 genannten männliche Kaninchen sind.

Kaninchen No. 1.

Körpergewicht vor dem Aderlass . . . . 3125 gr
„ nach „ „ . . . . 3075 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. carotis 25 gr
„ „ „ „ „ Ven. jugul. 25 „ . . . . 50 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht . . . . 1,6 %
„ „ „ „ „ von der Blutmenge (= 1/15 des Gewichtes) . . . . 24 „

Kaninchen No. 2.

Körpergewicht vor dem Aderlass . . . . 2870 gr
„ nach „ „ . . . . 2815 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. carotis 22 gr
„ „ „ „ „ Ven. jugul. 22 „ . . . . 44 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht . . . . 1,54 %
„ „ „ „ „ von der Blutmenge (= 1/15 des Gewichtes) . . . . ca. 23 „

Kaninchen No. 3.

Körpergewicht vor dem Aderlass . . . . 3010 gr
„ nach „ „ . . . . 2955 „
Grösse des Aderlasses aus der Art. carotis 24 gr
„ „ „ „ „ Ven. jugul. 24 „ . . . . 48 „
Grösse des Aderlasses in Procenten vom Körpergewicht . . . . 1,56 %
„ „ „ „ „ von der Blutmenge (= 1/15 des Gewichtes) . . . . 23 „

Die übrigen Daten für die 3 Versuche folgen in der nachstehenden Tabelle:

No.		Vor dem Aderlass		Nach dem Aderlass	
		Art. carot.	Ven. jugul.	Art. carot.	Ven. jugul.
1	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,118 %	0,121 %	0,131 %	0,132 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,023 „	0,034 „	0,032 „	0,039 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,095 „	0,087 „	0,099 „	0,093 „
2	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,128 %	0,124 %	0,143 %	0,147 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,031 „	0,039 „	0,044 „	0,049 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,097 „	0,085 „	0,099 „	0,098 „
3	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,109 %	0,114 %	0,121 %	0,117 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,018 „	0,032 „	0,026 „	0,028 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,091 „	0,082 „	0,095 „	0,089 „

Auch diese Versuche stehen, wie man sieht, in dem besten Einklang mit den vorhergehenden, weshalb ich jetzt ohne Weiteres dazu übergehe, die erhaltenen Resultate im Zusammenhang etwas genauer zu betrachten.

Betreffs des Zuckergehaltes im Blute nach Aderlässen gehen die Beobachtungen der meisten Forscher darauf hinaus, derselbe hätte zugenommen. Cl. Bernard [1]) fand beispielsweise eine Vermehrung des Zuckergehaltes, wenn das Blut bei einem Aderlass langsam herausfliesst, wogegen ein rasches Entströmen keine Veränderung hervorruft. v. Mering [2]) constatirte bei raschem Entströmen eine Zunahme, hebt dieselbe aber ausdrücklich (l. c. S. 383) als „eine nicht immer wiederkehrende Erscheinung“ hervor. Ich habe, wie aus meinen Versuchsreihen hervorgeht, immer gefunden, dass der Zuckergehalt im Ganzen fast immer constant ist; aber meine Versuche enthalten zugleich den Schlüssel zu den abweichenden Resultaten der Anderen, indem diese insofern als richtig angesehen werden müssen, als der Gesammtgehalt des Blutes an reducirender Substanz beim Aderlass zunimmt, aber diese Zunahme verdankt man meinen Erfahrungen nach nicht dem Zucker, sondern einem Zuwachs der gährungsunfähigen reducirenden Substanz, die immer im Blute neben dem Zucker enthalten zu sein scheint [3]). Wie jedoch das Ganze zufriedenstellend erklärt werden soll, will ich dahingestellt sein lassen; denn so lange die chemische Natur des betreffenden reducirenden Stoffes nicht näher bekannt ist, ist wohl jeder Versuch einer Erklärung fruchtlos.

Ich habe früher gezeigt (vergl. S. 476 u. 478), dass arterielles Blut an Zucker constant etwas reicher ist als venöses. Wie man aus der Versuchsreihe ersehen kann, nimmt dieser Unterschied nach einem Aderlass in einem so auffallenden Grade ab, dass vorauszusehen ist, die ganze Differenz würde bei einem grösseren Blutverluste gleich Null sein. Dieses Verhältniss lässt sich jedoch ziemlich leicht erklären, wenn man berücksichtigt, dass die Blutmenge nach einem Aderlass durch Aufsaugen von Flüssigkeit durch die Capillaren rasch regenerirt wird. Diese Aufsaugung verdünnt selbstverständlich das

---

1) Cl. Bernard, Vorlesungen über Diabetes, übersetzt von Posener.

2) Arch. f. Anatomie und Physiologie, Physiol. Abth. 1877, S. 379—416.

3) In ähnlicher Richtung erscheint auch eine Beobachtung von Worm Müller (nicht publicirt) zu gehen, dass sich zuweilen bei (perniciöser?) Anämie eine besondere nicht gährungsfähige reducirende Substanz im Harne findet, die dann wahrscheinlich aus dem Blute stammt.

Venenblut stärker als das Arterienblut, und wenn nun die aufgenommene Flüssigkeit zuckerreicher als das Blut ist — was nach v. Mering mehr als wahrscheinlich ist — so ist hiermit die Erklärung für das Phänomen gegeben.

Ich habe in dem Vorhergehenden nicht mitgetheilt, ob die Thiere bei den Versuchen betäubt waren oder nicht. Wie bekannt, ist es bei Untersuchung des aus der Ader direct strömenden Blutes am bequemsten, die Versuchsindividuen durch Anästhetika zu beruhigen, weil ihr Widerstand sonst Störungen sowohl in dem Versuche wie in den Resultaten hervorbringen kann. Es wird jedoch gewöhnlich als unzulässig angesehen, die Thiere bei Versuchen über den Zuckergehalt im Blute oder Harne zu narkotisiren, und alle meine Untersuchungen wurden demnach ohne Anwendung von Anästhetika vorgenommen. Da es mir jedoch von speciellem Interesse schien, den Einfluss der narkotischen Mittel auf das Blut zu untersuchen, so habe ich bei 3 Hunden (den in der Tabelle auf S. 476 genannten No. 9, No. 5 und No. 3) den Zuckergehalt des Blutes während der Morphin-, Chloral- und Chloroformnarkose bestimmt. Das Morphin wurde als subcutane Injection einer 2,5 procentigen salzsauren Morphinlösung bis zur vollständigen Betäubung des Hundes (ca. 2 ccm) angewandt, die Betäubung durch Chloral geschah durch Eingabe von 5—6 gr Chloralhydrat mit Fleisch vermischt (ich wählte lieber diese Form als Injection in eine Vene, da eine solche nach Feltz und Ritter [1]) auf das Blut bedeutend destruirend zu wirken scheint), und die Chloroformnarkose wurde durch Inhalation von Chloroform auf gewöhnliche Weise hervorgebracht. Die Versuchsresultate zeigt die folgende Tabelle p. 489.

Bei der Morphiumnarkose schien der Zuckergehalt ein ganz klein wenig vermehrt zu sein, was auch, aber in stärkerem Grade mit der gährungsunfähigen Substanz der Fall ist, so dass der Gesammtgehalt des Blutes an reducirendem Stoff ziemlich viel grösser als ursprünglich war.

---

1) Maly's Jahresbericht über die Fortschritte der Thierchemie, 1874, S. 127.

No.		Nicht betäubt		Morphiumnarkose		Chloralnarkose		Chloroformnarkose	
		Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.
9	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,138 %	0,146 %	0,163 %	0,178 %	—	—	—	—
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,020 „	0,046 „	0,036 „	0,059 „	—	—	—	—
	Wirklicher Zuckergehalt	0,118 „	0,100 „	0,127 „	0,119 „	—	—	—	—
5	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,152 %	0,148 %	—	—	0,169 %	0,168 %	—	—
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,027 „	0,033 „	—	—	0,040 „	0,051 „	—	—
	Wirklicher Zuckergehalt	0,125 „	0,115 „	—	—	0,129 „	0,117 „	—	—
3	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,186 %	0,198 %	—	—	—	—	0,223 %	0,230 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,049 „	0,069 „	—	—	—	—	0,068 „	0,081 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,137 „	0,129 „	—	—	—	—	0,155 „	0,149 „

Bei der Chloralnarkose stellte sich dagegen die Sache insofern anders, als der wirkliche Zuckergehalt hier entschieden nicht vermehrt war, während der Gesammtgehalt an reducirender Substanz bedeutend zugenommen hatte, was auf einen bedeutenden Zuwachs der gährungsfähigen reducirenden Substanz beruhe.

Die Chloroformnarkose schien bezüglich des Zuckergehaltes das Blut ungefähr auf dieselbe Weise — wenn auch in etwas stärkerem Grade — zu beeinflussen wie die Morphiumnarkose.

Aus allen drei Versuchen geht unter allen Umständen zur Evidenz hervor, dass man bei Untersuchungen des Zuckergehaltes im Blute die Thiere nicht mit Morphin, Chloral oder Chloroform betäuben kann.

Es ist schon von früher her bekannt, dass einzelne anästhetische Mittel eine Ausscheidung von Zucker oder anderen reducirenden Stoffen im Harne bewirken, was eine erkennbare Veränderung des Blutes rücksichtlich seines Zuckergehaltes von vornherein wahrscheinlich machte. Cl. Bernard[1]) fand beispielsweise, dass eine Vergiftung mit Curare vorübergehende Diabetes mit wirklicher Zuckerausscheidung erzeugt. Lewinstein[2]) hat dasselbe bezüglich Morphin und Chloral[3]) nachzuweisen geglaubt, wiewohl man es nicht als entschieden ansehen kann, dass die von ihm unter diesen Umständen gefundene Substanz Zucker ist, ja was das Chloral betrifft, so haben Musculus und v. Mering[4]), sowie F. Eckhard[5]) mit Bestimmtheit nachgewiesen, dass bei der Chloralnarkose kein Zucker, sondern nur eine eigene gepaarte Glykuronsäure, Urochloralsäure, die zum grossen Theil mit diesem gemeinschaftliche Eigenschaften hat, im Harne vorkommt.

Meine eigenen Versuche stimmen nach dem früher Gesagten nicht ganz mit Lewinstein überein, indem ich bloss bei der Morphin-, nicht bei der Chloralnarkose den wirklichen Zuckergehalt im Blute vermehrt gefunden habe. Der Gehalt an gährungsunfähiger Substanz hatte dagegen bedeutend zugenommen, und dies

---

1) Bernard, Leçon sur la physiologie experimentale, Paris 1855, S. 355.

2) Berliner klinische Wochenschrift 1876, S. 387.

3) Vgl. auch Bouchut Compt. Rend. 69, 1869, S. 966—968 und A. Tomasiewicz, Dies Archiv Bd. IX, 1874, S. 39.

4) Ber. d. deutsch. chem. Ges. zu Berlin, 1875, S. 662.

5) Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmacol. Bd. XII, 1880, S. 278.

verdankt man wahrscheinlich der Urochloralsäure. Was dagegen das Morphin betrifft, so wird dadurch der wirkliche Zuckergehalt des Blutes vermehrt, was auch mit C. Eckhard[1]) übereinstimmt, welcher fand, Morphin erzeuge wirkliche Glukorie. Nach Pavy[2]), welcher übrigens angiebt, alle Anästhetika vermehren den Zuckergehalt des Blutes, soll Chloroform auch Zuckerausscheidung im Harne bewirken, was nach meinen Versuchen insofern wahrscheinlich ist, als der Zuckergehalt des Blutes bei der Chloroformnarkose vermehrt war.

Unter den physiologischen Verhältnissen, welche auf das Blut einen wesentlichen Einfluss ausüben, spielt wie bekannt das Alter eine hervorragende Rolle. Dies ist speciell bei neugeborenen Individuen auffallend; und es lag deshalb nahe, zu untersuchen, ob irgend ein Unterschied zwischen dem Blute der Mutter und des Kindes in Bezug auf den Zuckergehalt existirt. Leider habe ich nur ein einziges Mal dieses Verhältniss zu untersuchen Gelegenheit gehabt, nämlich bei einem Hundeweibchen und seinem neugeborenen Jungen. Da, soweit mir bekannt, keine Angaben in dieser Richtung in der Literatur vorliegen, so will ich nicht unterlassen, das Resultat des Versuches in der nachstehenden Tabelle mitzutheilen, obgleich dasselbe kein besonderes Interesse darbietet.

	Die Mutter		Das Junge	
	Art. crur.	Ven. crur.	Art. crur.	Ven. crur.
Reducirender Stoff vor der Gährung	0,141 %	0,148 %	0,132 %	0,140 %
Reducirender Stoff nach der Gährung	0,027 „	0,047 „	0,023 „	0,035 „
Wirklicher Zuckergehalt	0,114 „	0,101 „	0,109 „	0,105 „

Nach dem obenstehenden Versuche könnte es aber scheinen, als ob das Blut des Kindes unmittelbar nach der Geburt etwas

---

1) C. Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie, VIII, 1879, S. 77—99.

2) Proceed. of the Royal Society of London, Bd. 26, S. 346.

ärmer an Zucker wäre als das der Mutter, sowie als ob kein ausgeprägter Unterschied bezüglich des Zuckergehaltes in arteriellem und venösem Blut bei dem Kinde existiren sollte, aber die Differenzen sind so klein, dass ich keine bestimmten Schlüsse aus diesem einen Versuche zu ziehen wage.

Cl. Bernard hat bekanntlich gefunden, dass der Zuckergehalt des Blutes sowohl von der Beschaffenheit wie von der Zufuhr der Nahrung unabhängig ist. Dies wurde später von v. Mering[1]) bestätigt, welcher zudem (l. c. S. 388) zu finden meinte: „dass der Zuckergehalt ...... vom Hunger nicht wesentlich beeinflusst wird." Zur Begründung hierfür führt er folgende Versuchsreihe an:

Hund.	Nahrung.	Zucker in 100 Theilen Carotisserum.
No. 1	Stärke und Zucker	0,125 %
„ 2	„ „ „	0,235 „
„ 3	Brod	0,130 „
„ 4	Fleisch	0,115 „
„ 5	„	0,212 „
„ 6	44-stündiger Hunger	0,150 „
„ 7	48 „ „	0,145 „
„ 8	5-tägiger Hunger	0,183 „

und nach einigen anderen vergleichenden Versuchen (l. c. S. 410—412) schliesst er (l. c. S. 415): „Das Blut besitzt stets, selbst nach so langem Hungern, dass die Leber glycogenfrei ist, einen gewissen, in allen untersuchten Gefässbezirken gleichen Zuckergehalt." Es können jedoch gegen seine Versuche mehrere Einwände geltend gemacht werden. So hat er beispielsweise, so weit aus obenstehender Tabelle ersichtlich, verschiedene Hunde benutzt, ohne erst den Zuckergehalt ihres Blutes bei irgend einer anderen constanten Nahrung untersucht zu haben, so dass man daraus schwer etwas schliessen kann, und bei den späteren Versuchen über den Unterschied zwischen Pfortaderblut und Carotisblut mit Bezug auf den Zuckergehalt wurden allerdings dieselben Versuchsthiere benutzt, aber die Aderlässe so gross gemacht, dass sie eine Verrückung

1) Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie 1877, S. 379—416.

des Gesammtgehaltes an reducirender Substanz haben hervorrufen müssen. Ich muss deshalb die Ansicht als vollkommen berechtigt ansehen, der Einfluss des Hungers auf den Zuckergehalt des Blutes sei jedenfalls mangelhaft bekannt, und um einige Beiträge zur Kenntniss hierüber zu beschaffen, habe ich in einzelnen Fällen den Zuckergehalt des Blutes bei hungernden Thieren untersucht.

Die Resultate dieser Zuckerbestimmung an den Tabelle S, 476 genannten Hunden No. 4, 6 und 8 nach resp. 12-, 7- und 4-tägiger Inanition werden in der folgenden Tabelle angegeben. Die Bestimmungen wurden wie gewöhnlich gleichzeitig an Blut aus der Art. und Ven. cruralis vorgenommen.

Hund.		Gewöhnl. Nahrung		Anzahl Hungertage.	Inanition	
		Art. crur.	Ven. crur.		Art. crur.	Ven. crur.
No. 4	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,160 %	0,156 %	12	0,154 %	0.164 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,028 „	0,046 „		0,031 „	0,046 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,132 „	0,110 „		0,123 „	0,118 „
No. 6	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,132 %	0,138 %	7	0,130 %	0,140 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,016 „	0,037 „		0,018 „	0,034 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,116 „	0,101 „		0,112 „	0,106 „
No. 8	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,141 %	0,146 %	4	0,141 %	0,152 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,023 „	0,038 „		0,031 „	0,034 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,118 „	0,108 „		0,110 „	0,118 „

Aus obenstehender Versuchsreihe geht ein Umstand hervor, der sich nur bei gleichzeitiger Untersuchung von Arterien- und Venenblut zeigen kann. Während nämlich das erstere unter normalen Verhältnissen constant an Zucker reicher ist als das letztere (vergl. S. 476), ist dies während der Inanition umgekehrt, so dass das Venenblut reicher — oder auf jeden Fall eben so reich — an Zucker geworden ist wie das Arterienblut. Bei näherer Erwägung ist an diesem Factum auch nichts Sonderbares. Der normale Unterschied zwischen Arterien- und Venenblut zeigt ja (vergl. S. 476 und Versuche über den Farbstoffgehalt des Blutes, die später veröffentlicht werden), dass immer eine Transsudation von Plasmabestandtheilen in den Capillaren vor sich geht; dass diese Transsudation während der Inanition vermehrt ist, geht schon aus dem

Umstande hervor, dass das Blut während derselben concentrirt wird, und dass die vermehrte Transsudation eine stärkere Concentration des Venen- als des Arterienblutes bewirkt, ist, wenn man das normale Verhältniss berücksichtigt, vor der Hand wahrscheinlich. Aber wenn dies der Fall ist[1]), so ist es kein auffallendes Phänomen, dass das Venenblut gegen früher zuckerreicher geworden ist, indem dies dann nur zeigt, dass keine so grossen Zuckermengen wie gewöhnlich in den Geweben während der Inanition wegtranssudirt sind, was unter Berücksichtigung des weniger lebhaften Oxydationsprocesses unter solchen Verhältnissen leicht zu verstehen sind. Eine wenn auch geringe Verminderung des Zuckergehaltes im Arterienblute scheint auch stattzufinden, aber die Variationen sind hier zu klein, um daraus sichere Schlüsse zu ziehen. Man sieht ferner eine geringe relative Vergrösserung des gesammten Zuckergehaltes, die wahrscheinlich durch den grösseren Gehalt des Venenblutes begründet ist. Die Zunahme ist jedoch minimal.

Um möglicherweise in diese Verhältnisse mehr Licht zu bringen, habe ich ferner den Zuckergehalt des Blutes von zwei Hunden untersucht, nach einer Inanitionszeit, die ungefähr so weit ausgedehnt war wie nur möglich. Der eine Hund war auch so entkräftet, dass er gleich nach dem Aderlass starb. Die Versuchsthiere waren der in der Tabelle S. 476 genannte männliche Hund No. 10 und der weibliche Hund No. 1, und die Resultate stimmen mit den vorhergehenden gut überein. Vergl.:

Hund.		Gewöhnl. Nahrung		Anzahl Hungertage.	Inanition	
		Art. crur.	Ven. crur.		Art. crur.	Ven. crur.
No. 10	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,127 %	0,135 %	26	0,113 %	0,121 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,017 „	0,018 „		0,021 „	0,019 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,110 „	0,117 „		0,092 „	0,102 „
No. 1	Reducirender Stoff vor der Gährung	0,158 %	0,153 %	30	0,123 %	0,129 %
	Reducirender Stoff nach der Gährung	0,027 „	0,036 „		0,034 „	0,033 „
	Wirklicher Zuckergehalt	0,131 „	0,117 „		0,089 „	0,096 „

1) Was andere, später zu veröffentlichende Versuche bestätigen.

Der einzige Unterschied zwischen diesen und den früher mitgetheilten Versuchen besteht darin, dass der Zuckergehalt hier etwas abgenommen hat, während auch hier während der Inanition der Zuckergehalt des Venenblutes grösser ist als der des Arterienblutes.

Die wesentlichsten Resultate meiner Untersuchungen über das Verhalten des Blutzuckers unter verschiedenen Umständen sind:

1. Normales Blut enthält ausser Zucker constant eine andere gährungsunfähige, reducirende Substanz.

2. Arterielles Blut ist etwas zuckerreicher als venöses. Der Gesammtgehalt an reducirender Substanz ist dagegen in den untersuchten Arterien und Venen gleich, so dass der Unterschied des Zuckergehaltes von einem Mehrgehalt der nicht gährungsfähigen reducirenden Substanz in den Venen herrührt.

3. Der Blutzucker findet sich wahrscheinlich nur im Plasma, wesshalb eine Zuckerbestimmung in dem Gesammtblute und eine in dem Plasma wird benutzt werden können, um den Gehalt des Blutes an feuchten Blutkörperchen und Plasma zu finden.

4. Nach Aderlässen ist der Gehalt des Blutes an Zucker so ziemlich unverändert, während die Gesammtmenge reducirender Substanz grösser als vor dem Blutverlust, auf Grund eines relativ nicht unbedeutenden Zuwachses der nicht gährungsfähigen reducirenden Substanz ist.

5. In der Morphium-, Chloral- und Chloroformnarkose war der Gehalt des Blutes an reducirender Substanz ziemlich bedeutend gesteigert. Während der Morphium- und Chloroformnarkose traf dieser Zuwachs sowohl die wirkliche Zuckermenge als auch den Gehalt an nicht gährungsfähiger reducirender Substanz, während der Chloralnarkose dagegen nur die letztgenannte.

6. Der Zuckergehalt des Blutes war in einem Versuch nicht merklich verschieden bei der Mutter und bei dem neugeborenen Jungen.

7. Während der Inanition, wenn dieselbe nicht zu lange fortgesetzt wird, ist der Gesammtgehalt des Blutes an Zucker im wesentlichen unverändert — vielleicht sogar in der ersten Zeit ein wenig gesteigert. Dagegen zeigt sich der Unterschied den nor-

malen Verhältnissen gegenüber darin, dass das Venenblut während der Inanition reicher — oder jedenfalls gleich reich — an Zucker wie das Arterienblut ist, was nicht Aenderungen in der Meng der nicht gährungsfähigen reducirenden Substanzen zugeschrieben werden kann.

Hinsichtlich des ersten der oben angeführten Punkte möchte ich mir noch einige Bemerkungen erlauben:

Ich habe S. 474 die Anschauungen der verschiedenen Forscher über die gährungsunfähigen reducirenden Substanzen des Blutes auseinander gesetzt. Niemand hat indessen so viel mir bekannt die Menge derselben bestimmt und darnach die nöthige Correctur für den Zuckergehalt gemacht. Dies ist auch nicht der Fall in einer jüngst erschienenen Arbeit von Seegen[1]), trotzdem seine Versuchsreihen allen Grund zur Annahme der Anwesenheit von nicht gährungsfähigen reducirenden Substanzen zu geben scheinen, und folgerichtig dazu auffordern sollten, dieselben bei der Zuckerbestimmung in Betracht zu ziehen. Seegen hat in der obengenannten Arbeit den Zuckergehalt des Blutes durch Titrirung mittelst Fehling'scher Flüssigkeit bestimmt, sowie die erhaltenen Resultate häufig durch die Gährungsprobe controllirt. Dadurch erhielt er sehr oft bei der letztgenannten niedrigere Werthe als bei der Titrirung, vergl. l. c. S. 393: „In den meisten Gährungsversuchen, die ich anstellte, entsprach die erhaltene Kohlensäure ungefähr 70—80% jener Zuckermenge, welche durch Reduction des Kupferoxydes berechnet war. Die aus der Eudiometerröhre entnommene Flüssigkeit reducirte dann mehr oder weniger energisch, es war also nicht aller Zucker vergährt. Diese Hemmung des Gährungsprocesses war vielleicht durch die bei der Ausfällung eingeführten und in die Lösung übergegangenen Salze veranlasst." Anstatt also die bei den Bestimmungen durch Titrirung und Gährung erhaltenen Differenzen durch die Annahme nicht gährungsfähiger reducirenden Substanzen zu erklären, meint Seegen, dass die Gährung aus irgend einem Grunde unvollständig gewesen ist und führt als Beweis hierfür an, dass die ausgegohrene Flüssig-

---

1) Dies Archiv Bd. 34, 1884, S. 388—421.

keit noch Kupferoxyd reducirte. Die Annahme scheint jedoch näher zu liegen, dass hier ein Gehalt an nicht gährungsfähiger reducirender Substanz vorliegt, da es ja eine ausgemachte Thatsache ist, dass eine andere thierische Flüssigkeit, die von dem Blute herrührt, constant gährungsunfähige reducirende Substanzen enthielt, und wohl kein physiologischer Chemiker mehr die Reduction des Kupferoxydes in alkalischer Flüssigkeit als ausreichenden Beweis für die Anwesenheit von Traubenzucker ansieht. Schon 1878 haben Worm Müller und Hagen darauf aufmerksam gemacht, dass das Blutserum nicht gährungsfähige reducirende Substanzen enthalten müsse, vergl. l. c. S. 601 „— — — dass neben dem Zucker im Blutserum wahrscheinlich andere reducirende Substanzen enthalten sind. Wir können wohl „sicher" sagen, da im Harne, dem wichtigsten Excrete, solche in grösserer Menge vorkommen" und selbst habe ich vielmal zu beobachten Gelegenheit gehabt, dass kleine abgewogene Mengen Traubenzucker zuckerfreiem (ausgegohrenem) Blutserum oder normalem zuckerfreiem Harne zugesetzt, in 24—48 Stunden völlig vergährt, und ich habe ausserdem durch quantitative Bestimmungen (Titrirung vor und nach der Gährung) dies Verhältniss controllirt und immer Werthe gefunden, die vollständig den zugesetzten Mengen entsprachen. Seegen hat schon früher[1]) die bestimmte Ansicht ausgesprochen, dass überhaupt nicht gährungsunfähige kupferoxydreducirende Substanzen im Organismus vorkommen sollten, indem er l. c. S. 239 sagt: „Somit enthalten die untersuchten Organe weder sogleich nach dem Tode noch eine Stunde darnach irgend eine Substanz, die an sich reducirt oder die durch Kochen mit Salzsäure in eine solche überführbar ist." Worm Müller und Hagen[2]) fanden dagegen in verschiedenen Organen eines Diabetikers nicht gährungsfähige reducirende Substanzen, und wenn man in Betracht zieht, dass sich solche sowohl unter normalen wie unter pathologischen Verhältnissen im Harne finden, so ist es ja vor der Hand mehr als wahrscheinlich, dass sie auch anderswo im Organismus vorkommen. Ich glaube aber, dass kaum länger irgend ein Zweifel über die Anwesenheit gährungsunfähiger reducirender Stoffe im Blute herrschen kann, um so weniger, als es mir geglückt ist, zu zeigen,

1) Dies Archiv Bd. 22, 1880, S. 239.

2) l. c. S. 600.

dass diese zuweilen relativ bedeutende Aenderungen im Gehalte erfahren können. Die abweichenden Resultate Seegen's können ausserdem jedenfalls theilweise daraus erklärt werden, dass er die Reductionsfähigkeit des im Thierorganismus so verbreiteten Kreatinins nicht nachzuweisen vermocht hat, indem er bestimmt angiebt[1]), dass Kreatinin nicht die Fähigkeit besitzt, Kupferoxyd in alkalischer Flüssigkeit zu reduciren, während es doch von Worm Müller[2]) und anderen zur Evidenz gezeigt worden ist, dass Kreatinin diese Eigenschaft in ziemlich ausgesprochener Weise besitzt.

Ueber Bewegungen der Zapfen und Pigmentzellen der Netzhaut unter dem Einfluss des Lichtes und des Nervensystems.

(Auszug aus einem in der gemeinschaftlichen Sitzung der anatomischen und physiologischen Section des 8. internationalen Congresses der medicinischen Wissenschaften am 14. August 1884 zu Kopenhagen gehaltenen Vortrage.)

Von

Th. W. Engelmann

in Utrecht.

Mit Tafel II.

Von physiologischen Veränderungen, die das Licht in der Netzhaut des Auges hervorbringt, sind bisher objectiv nachgewiesen wesentlich nur die electrischen Bewegungserscheinungen, welche

---

1) Seegen, Der Diabetes mellitus, Berlin 1875, S. 208.

2) Dies Archiv Bd. 27, 1882, S. 61.

Holmgren entdeckte, die Bleichung des Sehpurpurs in den Aussengliedern der Stäbchen (Boll) und Ortsveränderungen der Farbstoffkörner im Pigmentepithel (Boll). Der Vortragende wünscht die Aufmerksamkeit der Versammlung auf eine neue Gruppe hierher gehöriger Erscheinungen zu lenken, die darum ein ganz besonderes Interesse beanspruchen dürfte, weil sie die anscheinend wichtigsten Elemente der Retina, die Zapfen, betrifft, an denen functionelle Veränderungen bisher noch nicht beobachtet wurden.

Die erste hierauf bezügliche Beobachtung wurde im November vorigen Jahres von Herrn A. G. H. van Genderen Stort in Utrecht gemacht, der unter Leitung des Vortr. den Einfluss des Lichtes auf die Pigmentvertheilung in der Retina zu untersuchen begonnen hatte. Beim Durchmustern von Querschnitten der in $3^1/_2$procentiger Salpetersäure erhärteten Netzhäute eines Frosches, welcher mehrere Stunden im Dunkeln gesessen hatte, fiel Herrn van Genderen Stort auf, dass die Zapfenkörper nicht, wie allgemein abgebildet und angenommen wird, unmittelbar auf der membr. limitans externa, sondern zum weitaus grössten Theil im mittleren Drittel der Stäbchenschicht, ja noch weiter nach aussen, nahe den Körpern der Pigmentzellen, sassen. Weitere Untersuchungen, über welche Herr van Genderen Stort in seiner Dissertation Ausführliches berichten wird, lieferten den Beweis, dass der Grund dieser Erscheinung auf einer bisher unbemerkten Eigenschaft der Innenglieder der Zapfen beruht, welche den Zapfen aller Thiere[1]) zuzukommen scheint und sich kurz so aussprechen lässt:

Die Zapfeninnenglieder verkürzen sich unter Einwirkung von Licht und verlängern sich im Dunkeln.

Wo das Innenglied ein sogenanntes Opticusellipsoid enthält, ändert dies seine Form nicht, oder doch verhältnissmässig wenig. Dasselbe gilt von den Aussengliedern der Zapfen wie auch von

---

1) Nach neueren Beobachtungen von Herrn von Genderen Stort auch denen des Menschen (nachträgliche Anmerkung). — Von Thieren wurden bisher untersucht Abramis brama, Perca fluviatilis, Rana temporaria und esculenta, Tropidonotus natrix, Testudo graeca, Columba livea, Sus scrofa. Um die Netzhautelemente im jedesmaligen Zustand zu fixiren, ward der möglichst schnell exstirpirte und präparirte Bulbus in $3^1/_2$procentige Salpetersäure eingelegt oder auf einige Minuten in $^1/_2$procentige Kochsalzlösung von 70—80° C. gebracht.

den Stäbchen. Nur der in seinem optischen und chemischen Verhalten mehr an Protoplasma erinnernde Theil des Zapfeninnengliedes, von der limitans externa an bis an das Aussenglied, scheint activ beweglich zu sein. Er bleibt dabei immer in Continuität mit dem zugehörigen Zellkörper der äusseren Körnerschicht. Seine Verkürzung ist von Verdickung, seine Streckung von Verdünnung begleitet, deren Betrag die Annahme von Volumänderungen auszuschliessen scheint. Er verhält sich also in dieser Beziehung wie contractiles Protoplasma oder Muskelfasern.

Der absolute und relative Betrag der Längenänderungen ist bei den Zapfen der verschiedenen untersuchten Thiere im Allgemeinen verschieden und kann auch bei verschiedenen Formen von Zapfen des nämlichen Auges unter gleichen Umständen sehr bedeutend differiren.

Die grössten Längenänderungen zeigten die Zapfen von Fischen und Fröschen. So massen die Innenglieder bei Abramis brama (von der limitans ext. bis zum innern Pol des Ellipsoid gerechnet), nach achtstündigem Aufenthalt im Dunkeln durchschnittlich etwa 50 μ, nach mehrstündiger Einwirkung diffusen hellen Tagelichts nur etwa 5 μ. Für Licht- und Dunkelfrösche liegen die Grenzwerthe noch weiter auseinander. Bei der Taube sind wenigstens Verkürzungen um etwa 15 μ (= 50 % der maximalen Länge) leicht möglich. Es handelt sich also in diesen Fällen um sehr grobe Veränderungen, die denn auch schon mit schwachen oder mittelstarken Vergrösserungen bequem zu constatiren sind.

Bei Tropidonotus wurden nur sehr geringe Längenänderungen beobachtet, bei der Schildkröte (Testudo graeca) blieben sie selbst zweifelhaft. Bei letzterem Thier haben die Innenglieder der Zapfen, abgesehen von dem farbigen Oeltropfen, denselben Bau wie bei den Fröschen diejenigen von den sogenannten Zwillingszapfen, welche kein stark lichtbrechendes Kügelchen im Innenglied enthalten. Es ist darum bemerkenswerth, dass auch letztere nicht oder doch im Vergleich zum andern Zwilling (Kugelzapfen) nicht nennenswerth beweglich sind. Eine dritte, kleinere Art von Zapfen der Froschnetzhaut, bisher wie es scheint unbekannt, verhielt sich mehr wie die Kugelzapfen[1]).

1) Diese kleine Art, welche Zäpfchen heissen mögen, fand Vortr. in mehreren daraufhin untersuchten Fällen namentlich im Augenhintergrunde nahe dem n. opticus in grosser Zahl, die kugelfreien nicht contractilen Zwil-

Bei der Taube sind alle — durch verschiedene Farbe der sogenannten Oelkugeln, wie nach Form, Grösse u. s. w. unterscheidbare — Arten von Zapfen contractil, und zwar in allen Theilen der Netzhaut (fovea centralis, rothes Feld, Peripherie in in allen Quadranten).

Die Geschwindigkeit der Bewegungen ist derart, dass (bei Dunkelfröschen) schon mehrere Minuten nach Einwirkung hellen diffusen Taglichtes die vorher maximal gestreckten Zapfen nahezu maximal contrahirt sein können. Bei directer Insolation des Thieres ist noch weniger Zeit hierzu nöthig.

Die Streckung nach plötzlicher Verdunklung scheint im Allgemeinen langsamer als die Verkürzung zu verlaufen. Nähere Zeitbestimmungen auszuführen fand Vortr. noch nicht die Gelegenheit. Doch folgt aus dem Mitgetheilten schon, dass beim Frosch die Geschwindigkeit von einer Ordnung ist mit der der Bewegung vieler Formen contractilen Protoplasmas, z. B. der Pigmentzellen der Haut, der contractilen Zellen im Hornhautepithel, und im Besonderen auch mit der der Farbstoffkörnchen in den protoplasmatischen Ausläufern der Pigmentepithelzellen der Retina des nämlichen Thieres.

Da bei den Pigmentzellen der Netzhaut auch Umfang und Richtung der Bewegung unter gleichen Beleuchtungsbedingungen im Allgemeinen dieselben sind wie bei den Zapfen (s. Taf. II, Fig. 1—3), könnte man vermuthen, dass beide in directer causaler Beziehung zu einander ständen derart, dass die eine Erscheinung nicht ohne die andere eintreten könne. Es giebt jedoch Bedingungen, unter denen die Zapfen sich maximal verkürzen, ohne dass das Pigment sich aus der Dunkelstellung entfernt und umgekehrt (s. unten p. 502 Anm. 1, p. 507 und Taf. II, Fig. 4).

Wie es scheint können alle Theile des sichtbaren Spectrums bei genügender Dauer und Stärke der Einwirkung die photomechanische Reaction der Zapfen (wie auch des Pigments) hervorrufen. Dieselbe trat z. B. ein (bei Fröschen) hinter dunkel-

---

lingszapfen mehr nach der Peripherie zu. Zwischen Zäpfchen und Kugelzapfen scheinen Uebergänge vorzukommen. Es ist denkbar, dass die Zäpfchen junge Kugelkegel sind, bestimmt die alten, welche im Leben zu Grunde gehen, zu ersetzen. Ueber Degeneration und Regeneration in der Netzhaut müssen noch Untersuchungen angestellt werden.

rothem Glas, welches nur für den schwach brechbaren Theil des Spectrums bis zur D-Linie durchgängig war, hinter dunkelgrünem, das nur Licht von $\lambda = 0{,}63\,\mu$ an durchliess (Intensität, in Procenten des senkrecht auffallenden Lichts: Maxim. bei $\lambda = 0{,}530\,\mu = 36\%$, bei $\lambda = 0{,}462 = 1{,}2\%$), ebenso im rothen, grünen und blauen Theil des prismatischen Sonnenspectrums.

Obschon die Versuche, um weitere sichere Schlüsse zuzulassen, unter consequenter Anwendung photometrischer Methoden noch fortgesetzt werden müssen, ergab sich doch schon mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit eine stärkere Wirksamkeit der brechbareren Strahlen, sowohl bei den Zapfen wie namentlich auch bei den Pigmentzellen[1]). Für letztere liegen ältere gleichlautende Angaben von Angelucci vor. Ueberhaupt scheinen ja alle mechanischen Wirkungen des Lichts bei Thieren wie Pflanzen vorzugsweise leicht von den kurzwelligen Strahlen auszugehen.

Ob auch unsichtbare, infrarothe und ultraviolette, Strahlen erregen können, wurde noch nicht geprüft. Für die fundamentalen Fragen nach etwaigen causalen Beziehungen zwischen den photomechanischen Vorgängen in den Zapfen einerseits und dem Process der Lichtperception, wie den electrischen Vorgängen andererseits, wird die genaue Bestimmung der äussersten Grenzen der wirksamen Wellenlängen von Bedeutung sein.

In dieser Hinsicht musste auch die Frage nach dem Orte der primären aktinischen[2]) Reizung der Zapfen sehr belangreich erscheinen, besonders wichtig die Entscheidung, ob die Reizung eine directe, oder eine indirecte, etwa von den Aussengliedern her zugeleitete sei. Es schien dem Vortr., dass die Zapfen der Vogelnetzhaut mit ihren von Hannover entdeckten farbigen Kügelchen hier zu näheren Aufschlüssen verwerthet werden könnten. Diese farbigen Kügelchen liegen bekanntlich an der Grenze von Aussen- und Innengliedern innerhalb der letzteren, welche sie hier gleichsam verstopfen. Es können demzufolge nur solche Strahlen die Aussenglieder erreichen, welche von den far-

---

1) Bei Fröschen, die mehrere Stunden hinter dem erwähnten rothen Glas verweilt hatten, wurde (bei maximaler Verkürzung der Zapfen) das Pigment in völlig ausgebildeter Dunkelstellung gefunden.

2) Als aktinische Reizung bezeichnet Vortr. Reizung durch strahlende Wärme beliebiger Wellenlänge.

bigen Kugeln durchgelassen werden. Wenn nun ausschliesslich solche Strahlen photomechanische Effecte hatten, so durfte angenommen werden, dass der Ort der primären Reizung nach aussen von den farbigen Kugeln, und zwar sehr wahrscheinlich in den Aussengliedern der Zapfen gelegen sei. Zeigten sich dagegen Strahlen wirksam, welche von den Kügelchen völlig verschluckt wurden, so musste (wenigstens für diese Strahlen) der Angriffspunkt des Lichts jedenfalls diesseits der Aussenglieder liegen, und dann war zu entscheiden, ob in den Innengliedern selbst, oder noch weiter centralwärts.

Ehe zu den Versuchen geschritten werden konnte, war es nöthig zu wissen, welche Strahlen von den Kügelchen durchgelassen werden und in welchem Verhältniss. Die in der Literatur vorliegenden Beobachtungen (Talma, Waelchli, Kühne) geben hierüber schon einige Auskunft. Sie sind aber, wie alle ähnlichen Microspectralbeobachtungen, mit dem von Sorby-Browning eingeführten (von Zeiss und Abbe u. a. modificirten) Spectralocular angestellt, welches Messungen von Lichtintensitäten nicht gestattet. Der Vortr. hat desshalb mit seinem, zunächst zur Messung der Lichtabsorption in den lebenden Chromophyllkörpern der Pflanzen construirten, von C. Zeiss in Jena verfertigten Mikrospectralphotometer[1]) die Grösse des Lichtverlustes beim Durchgang durch die farbigen Kügelchen für die verschiedenen Wellenlängen bestimmt. Das allgemeine Resultat dieser Messungen[2]) ist, dass — im Gegensatz zu dem was die bisherigen Angaben erwarten liessen — alle farbigen Kugeln (der Taube) für alle sichtbaren Strahlen durchgängig sind. Die intensiv roth gefärbten Kugeln, welche für den vorliegenden Zweck noch am geeignetsten sind, lassen an der Stelle des Absorptionsmaximums (im Grün) stets noch 5 bis 15 % des auffallenden Lichtes durch, von Blau und Violett in der Regel viel mehr. Immerhin ist die Schwächung von Gelb bis Blaugrün im Vergleich zu der des Roth und Orange höchst bedeutend. Es war demnach ein positiv werthvolles Resultat als sich nun herausstellte, dass nach Einwirkung grünen Lichtes die Zapfen mit rothen Kugeln sich maximal verkürzten

1) Ueber dies Instrument und seine Anwendung vgl. Botan. Zeitung 1884, No. 6. — Archiv. néerl. T. XIX, 1884. — Onderz. physiol. lab. Utrecht (3). IX. 1884, p. 1 f.

2) Specielle Mittheilungen hierüber werden an anderer Stelle erfolgen.

unter Umständen, wobei rothes und orangenes von wenigstens gleicher Gesammtenergie wie das angewandte grüne so gut wie keinen Effect hatten. Allgemein auch zeigte sich, dass die Farbe der Kugeln keinen merklichen Einfluss auf die Wirksamkeit farbigen Lichtes hatte.

Man darf demnach schliessen, dass der Ort der primären Reizung jedenfalls nach innen von der Grenze zwischen Aussen- und Innenglied gelegen ist.

Es liess sich aber durch Versuche weiter sehr wahrscheinlich machen, dass dieser Ort die Innenglieder selbst sind und zwar ihre contractile, protoplasmatische Substanz.

Im sogenannten rothen Feld der Taubennetzhaut sind die Innenglieder derjenigen Zapfen, welche rothe Kugeln enthalten, in ihrer ganzen Länge von sehr kleinen rothen Kügelchen durchsetzt, die wesentlich dieselben Absorptionserscheinungen bieten, wie die grossen Kugeln, also auch im Besonderen das Grün sehr stark schwächen. Diese Zapfen nun verkürzten sich unter übrigens gleichen Umständen in grünem Licht viel schwächer als die entsprechenden Zapfen mit pigmentfreien Innengliedern, in rothem Licht dagegen in nicht merklich verschiedenem Grade. Dies ist wohl daraus zu erklären, dass in den pigmenthaltigen Innengliedern die grünen Strahlen sofort beim Eintritt in die Zapfen besonders stark absorbirt zu werden anfangen.

Es kann nach diesen Thatsachen auch nicht das in den farbigen Kugeln und Kügelchen absorbirte Licht die Quelle des Reizes sein. Hiergegen sprechen zudem mancherlei andere Gründe, wie beispielsweise das Auftreten der photomechanischen Reaction bei Zapfen ohne Kugeln (Fische, Säugethiere, Zäpfchen der Frösche), andererseits ihr anscheinendes Fehlen bei der Schildkröte, welche intensiv gefärbte Kugeln besitzt.

Bemerkenswerth ist noch mit Bezug auf die Frage nach dem Ort der Reizung, dass beim Frosch die Verkürzung der Innenglieder zunächst im inneren, die Streckung zunächst im äusseren Theil, unmittelbar am Ellipsoid, merklich wird, erst bei stärkerer oder länger anhaltender Bestrahlung auch die weiter nach aussen bezüglich nach der limitans zu liegenden Theile ergreift (Taf. II, Fig. 2). Bei der Taube hat die Formveränderung stets mehr gleichmässig in der ganzen Länge statt —, vielleicht weil hier die Zapfen kein Ellipsoid enthalten?

Vortr. muss es sich noch versagen, näher auf die specielle Mechanik des Vorgangs sowie auf andere das Wesen desselben berührende Fragen (allgemeine Bedingungen der Contractilität, Beziehungen zu den electrischen Vorgängen u. s. w.) einzugehen. Er wünscht aber die Aufmerksamkeit der Versammlung noch auf eine Reihe neuer sehr merkwürdiger Thatsachen zu lenken, deren Entdeckung durch die vorstehend mitgetheilten Beobachtungen veranlasst ward.

Es sind dies Thatsachen, welche das Bestehen einer directen Abhängigkeit der Bewegungen der Zapfen und Pigmentzellen der Netzhaut vom Nervensystem beweisen.

Vortr. wurde zuerst auf die Möglichkeit des Vorhandenseins einer solchen Abhängigkeit aufmerksam durch die Beobachtung, dass nach Beleuchtung nur eines Auges eines Dunkelfrosches auch in der Retina des anderen, gegen Licht völlig geschützt gewesenen Auges Zapfen und Pigment in derselben Stellung grösstmöglicher Annäherung an die m. limitans externa gefunden wurden, wie im belichteten. Der einzige merkliche Unterschied bestand darin, dass die Stäbchenaussenglieder im belichteten völlig gebleicht, im verdunkelten intensiv gefärbt waren, wie wenn überhaupt kein Licht den Frosch getroffen hätte.

Wiederholung der Versuche lehrte nun, dass in der That bei Belichtung nur eines Auges die photomechanischen Reactionen der Pigmentzellen und Zapfen stets in beiden Augen gleichzeitig und gleichstark auftreten, sowie dass sie sich auch nach Abschluss des Lichtes beiderseits gleichmässig zurückbilden. Dies ward auch bei entbluteten, ja bei geköpften Fröschen beobachtet, wenn das Gehirn erhalten blieb, wenigstens in der ersten Zeit nach der Verblutung bezüglich der Decapitation. Später nahmen die Zapfen aus sich selbst mehr und mehr die verkürzte Form an, ähnlich wie andere contractile Gebilde beim „spontanen" Absterben.

Nach Zerstörung des Gehirns mit Messer oder Nadel blieben die Lichtwirkungen stets auf das direct beleuchtete Auge beschränkt. An eine directe aktinische Reizung des dunkel gehaltenen Auges von hinten her durch Licht, welches vom anderen Auge durchschimmerte, ist hiernach nicht zu denken. Auch schon nicht wegen des enormen Pigmentreichthums der Augenhäute, in Verband mit der geringen, zu wirksamer Erregung des zweiten Auges erforderlichen Lichtstärke.

Man ist vielmehr gezwungen, eine durch Nervenbahnen

vermittelte **Association der Zapfen und Pigmentzellen beider Augen**, also ein „sympathisches" Zusammenwirken beider Netzhäute anzunehmen.

Nach unseren jetzigen anatomischen Kenntnissen kann diese Association nur durch die Nn. optici vermittelt sein. Diese functioniren somit nicht nur als centripetal leitende lichtempfindliche, sondern auch centrifugal, als motorische Nerven für Zapfen und Pigmentzellen der Netzhaut.

Nicht wahrscheinlich ist es, dass die sensibeln wie die motorischen Impulse beide in den nämlichen Nervenfibrillen verlaufen. Für solche Annahme fehlt augenblicklich alle Analogie, auch führt sie sofort zu grossen theoretischen Schwierigkeiten, wenigstens sobald man sich auf den Boden des Gesetzes der specifischen Energien stellt. Der Annahme von zweierlei Nervenfasergattungen für das Sinnesepithel, lichtempfindlicher und motorischer — letztere mögen retinomotorische heissen — scheint nichts Wesentliches im Wege zu stehen, obschon auch sie zu mancherlei unerwarteten anatomischen und physiologischen Consequenzen führt, die durch weitere Untersuchungen noch geprüft werden müssen.

Da die Association der beiden Netzhäute nicht nur beim Frosch, sondern auch bei der Taube besteht (den einzigen Thieren, die bisher darauf geprüft wurden), ist sie ohne Zweifel eine im Stamm der Wirbelthiere sehr allgemein verbreitete Erscheinung und wird also wohl auch beim Menschen nicht fehlen. Bei diesem würden dann möglicherweise die bisher physiologisch unverständlichen Fasern der vorderen Kreuzung im Chiasma nn. opticorum (Hannovers commissura arcuata anterior) als associatorische Bahnen functioniren.

Jedenfalls aber laufen (zunächst bei Rana esculenta und temporaria) auch retinomotorische Fasern von den grossen Nervencentren aus durch den Sehnerv zum Auge.

Zu diesem Ergebniss gelangte Vortr. als er, geleitet durch die mannichfachen physiologischen wie morphologischen und genetischen Beziehungen zwischen Netzhaut und Haut, versuchte ob es nicht möglich sei, durch Beleuchtung ausschliesslich der Körperhaut sichtbare Veränderungen in der Netzhaut hervorzurufen. Gleich der erste Versuch gab ein positives Resultat.

Ein Dunkelfrosch wurde, selbstverständlich im Dunkeln, mit Kopf und Rumpf bis hinter die Vorderextremitäten in eine nach

Art eines Tabaksbeutels zuzuziehende, aus vier Lagen dichtesten schwarzen Sammtes gebildete, absolut undurchsichtige Kappe gesteckt, diese zum Ueberfluss noch in eine innen schwarze dicke Cartonhülse eingeschoben und nun Rücken und Hinterextremitäten, unter Berieselung der Haut mit Wasser, eine Viertelstunde lang der Einwirkung nahezu ungeschwächten Sonnenlichtes ausgesetzt. Die unmittelbar darauf im Dunkel exstirpirten und erhärteten Augen zeigten Zapfen und Pigment in maximaler Annäherung an die Limitans, wie wenn sie direct von starkem Licht getroffen worden wären. Doch waren, wie zu erwarten, die Aussenglieder der Stäbchen intensiv gefärbt.

Ein demselben Behälter entnommener, in gleicher Weise behandelter, aber nicht beleuchteter Frosch zeigte in beiden Augen das gewöhnliche Bild der Dunkelnetzhaut.

Bei mehrfachen Wiederholungen derselben Versuche ergaben sich noch einige nicht unwichtige Besonderheiten.

Als absolut constante Folge längeren Beleuchtens der Körperhaut erwies sich das Herabsteigen des Netzhautpigments. Die Zapfen reagirten durchschnittlich merklich schwächer. Einmal wurden sie trotz maximaler Reaction der Pigmentzellen noch in maximal gestrecktem Zustand gefunden (Fig. 4. Taf. II).

Ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Reaction der Zapfen und der gleichfalls nicht ganz regelmässig auftretenden, durch Licht hervorzurufenden Verfärbung[1]) der Haut wurde bisher nicht bemerkt. Es bestehen also noch Verwickelungen, deren Lösung weiteren Untersuchungen überlassen bleiben muss.

Jedenfalls steht fest, dass Zapfen und Pigment des Auges von entfernten Körpergegenden aus reflectorisch in Bewegung gebracht werden können. Zu untersuchen bleibt, ob im vorliegenden Falle eine aktinische Reizung specifischer, etwa zum Gesichtsorgan in näherer Beziehung stehenden Hautnerven im Spiel ist, was nach den bisherigen Ermittelungen über die Beziehungen der Haut zum Auge, und speciell zur Lichtperception (Jos. Lister, G. Pouchet, Vitus Graber u. a.) nicht ohne einigen Grund vermuthet werden könnte.

Andererseits überzeugte sich Vortr., dass es durchaus nicht der Mitwirkung des Lichtes bedarf, um die Bewegungen

1) Diese ergreift auch die im Dunkel gehaltenen Theile der Haut.

hervorzurufen. In Strychnintetanus versetzte Dunkelfrösche, im Dunkel getödtet, zeigten völlig entwickelte Lichtstellung der Zapfen wie des Pigments. Gleichen Erfolg hatte Tetanisiren der Augen von Dunkelfröschen in vivo oder unmittelbar nach der Exstirpation im Dunkelzimmer mit abwechselnd gerichteten Inductionsschlägen mässiger Dichte. Curare verhinderte die Reaction nicht, rief sie andererseits aber auch nicht hervor.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

Sämmtliche Figuren stellen Durchschnitte dar durch die Stäbchen- und Pigmentepithelschicht der Netzhaut des Froschauges, nach in Salpetersäure von $3^1/_2$% erhärteten Präparaten. Die Figuren sind insofern schematisch, als die seitliche Anordnung der Zapfen in allen dieselbe ist. Gestalt und Grösse der Zapfen, sowie die Vertheilung der Pigmentkörner sind möglichst naturgetreu wiedergegeben. Vergrösserung 750 mal.

Fig. 1. Nach ein- bis zweitägigem Aufenthalt des Thieres in völligem Dunkel.

Fig. 2. Nach 24-stündigem Verweilen im Dunkel fünf bis zehn Minuten hellem diffusen Tageslicht ausgesetzt.

Fig. 3. Ebenso, nach halbstündiger Einwirkung desselben Lichtes.

Fig. 4. Aus der Netzhaut eines Dunkelfrosches nach halbstündiger Insolation ausschliesslich des Rückens und der Hinterextremitäten. Zapfen (ausnahmsweis) maximal gestreckt, Pigment in äusserster Lichtstellung.

Ueber den verschiedenen Resistenzgrad im Protoplasma.

Von

O. Loew.

Obwohl ich schon mehrmals auf merkwürdige Unterschiede in der Resistenzfähigkeit hingewiesen habe, welche sowohl verschiedenartige Zellen, als auch dieselbe Art von Zellen unter verschiedenen Bedingungen zeigen, komme ich wegen weiterer Beobachtungen nochmals darauf zurück. — Unter einem sensiblen Protoplasma ist ein solches zu verstehen, welches schon bei sehr geringen Eingriffen sofortige weiter sich verbreitende Wirkungen, eine Störung der Zellorganisation und eine unmittelbar damit verbundene chemische Umlagerung in allen Moleculen activen Albumins erfährt. Als ein resistentes Protoplasma dagegen ist ein solches aufzufassen, bei welchem ein Eingriff nicht unmittelbar Störungen der Nachbarschichten nach sich zieht, bei dem vielmehr die den Absterbeprocess characterisirenden Veränderungen chemischer und mechanischer Art mit einer gewissen Verzögerung vollführt werden. Selbstverständlich gibt es allmälige Uebergänge zwischen den beiden Extremen.

Bei den Algen kann man sich z. B. keinen grösseren Gegensatz in dieser Hinsicht denken, als den zwischen Sphaeroplea und Vaucheria existirenden. Der geringste mechanische Eingriff zieht bei ersterer das sofortige Zusammenfallen des ganzen zierlichen Baues nach sich, während man das Protoplasma der letzteren aus den angeschnittenen Schläuchen ausstreifen kann, ohne dass es sofort abstirbt. Noch Stunden lang kann man das lebendige Treiben der kugelartig geballten Protoplasmamassen beobachten.

Wie bei mechanischen Eingriffen, so ist es auch bei chemischen; denn diese bedingen in den meisten Fällen eine mikroscopisch beobachtbare Störung mechanischer Art, die sich z. B. durch eine bleibende Contraction bekundet. Die chemische Beschaf-

fenheit hängt mit der Organisation aufs innigste zusammen.

Es ist klar, eine chemische Reaction auf das active Albumin kann nur bei resistentem Protoplasma näher verfolgt werden, da nur hier der mögliche Fall eintritt, dass der mit chemischer Umlagerung verbundene Absterbeprocess langsamer fortschreitet, als die Wirkung des Reagens auf die einzelnen Molecule activen Albumins. Bei sensiblem Protoplasma wird zwar das erste Stadium der Einwirkung häufig ganz dem bei resistentem gleichen, aber dieser erste kleine Schritt hat den rapiden Absterbeprocess des noch nicht direct angegriffenen und grösseren Protoplasmaantheils im Gefolge, so dass auf den ersten Anblick ganz verschiedene Fälle der Reagenswirkung vorhanden zu sein scheinen. Vergleichen wir z. B. die Alge Spirogyra mit Infusorien und der Froschniere in ihrem Verhalten gegen alkalische Silberlösung und gegen eine verdünnte (1%) Lösung von essigsaurem Strychnin. Die alkalische Silberlösung wird energisch reducirt von Spirogyra, etwas weniger energisch von der Froschniere[1]), nicht von den Infusorien. Bei den letzteren reicht vielleicht schon die alkalische Beschaffenheit der Lösung hin, den Tod viel zu rasch für die Silberreaction herbeizuführen. Lassen wir nun auf diese drei Objecte essigsaures Strychnin wirken, so sehen wir bei Spirogyra eine intensive Granulation im Protoplasma eintreten, welche noch Reducirfähigkeit für Silberlösung besitzt. Das eindringende Strychnin, hat sich mit dem activen Eiweiss verbunden, die chemische Beschaffenheit des letztern ist trotz weitgehender Störungen der Protoplasmaorganisation erhalten geblieben. Bei der Froschniere gelingt dieser Process durchaus nicht. Jedenfalls darf man auch hier annehmen, dass der erste Eingriff des Strychnins in die Zellen der Niere analog dem bei Spirogyra ist, dass aber schon nach Zerstörung der Organisation eines minimalen Theiles der Zelle der normale Absterbeprocess des übrigen Theiles erfolgt. Auch bei den Infusorien wird es sich so verhalten[2]).

1) S. dies Archiv Bd. 34, S. 596.

2) Bei der Wirkung des Hydroxylamins beobachtet man analoge Erscheinungen. Nach dem ersten Eingriff desselben tritt bei sensiblem Protoplasma der normale Absterbeprocess ein; bei resistentem dagegen wird das active Albumin in eine schwerer veränderliche noch immer reducirende Substanz umgewandelt.

Dass mit der abweichenden Zellorganisation, d. h. mit der verschiedenartigen Aneinanderlagerung der Molecule activen Eiweisses in verschiedenartig functionirenden Zellen, auch das Verhalten der Complexe activen Albumins gegen verschiedene Alkaloide ein andersartiges sein kann, ist wahrscheinlich. Strychnin ist für Säugethiere (resp. deren Nerven) ein stärkeres Gift, wie Chinin; bei Diatomeen und Infusorien ist es umgekehrt (siehe folgenden Artikel). Ja es gibt Protoplasma, auf welches manche Alkaloide ganz ohne schädliche Wirkung sind. So wächst z. B. Schimmel in einer 1procentigen Lösung von essigsaurem Strychnin. Es muss also hier angenommen werden, dass in dem Protoplasma dieser Schimmelpilze die Molecule activen Eiweisses so aneinanderlagern, dass die Verbindungsfähigkeit für Strychnin verloren gegangen ist. Ich möchte hier einen allerdings etwas entfernt liegenden Analogiefall anführen. Wie bekannt, verbindet sich Eiweiss bei Gegenwart von Essigsäure mit Ferrocyankalium. Diese Fähigkeit ist nun dem organisirten Eiweiss verloren gegangen, wie es z. B. in den todten Pflanzenzellen angetroffen wird[1]). Erst wenn dieses mit verdünnter Kalilösung einem Quellungsprocess unterworfen wird, wird jene Fähigkeit wieder erlangt. Jedenfalls sind durch den Quellungsprocess die Eiweissmolecule erst so voneinander getrennt worden, dass nun die Stellen, an welche sich das Ferrocyankalium anlagern kann, frei werden[2]).

Von einigem Interesse ist es, die Resistenzfähigkeit gegen Gifte bei fortschreitender Verdünnung derselben zu beobachten. Für die bekannte Thatsache, dass bei zunehmender Verdünnung der Gifte ihre Schädlichkeit abnimmt, lassen sich zwei Ansichten aufstellen. Entweder es findet jenseits einer gewissen Gränze überhaupt keine Einwirkung mehr statt, wie dieses ja auch bei vielen chemischen Vorgängen beobachtet wird, oder es findet eine solche proportional den Verdünnungen statt, wobei aber die entstehende Störung in jeder Zelle in der Zeiteinheit so gering ist, dass der Schaden von dem weitaus grösseren unbeschädigt gebliebenen Theile des Protoplasmas wieder reparirt werden kann. Letztere Ansicht

1) Ein gewisser Grad von Organisation ist ja auch noch in dem abgestorbenen Protoplasma vorhanden.

2) Siehe hierüber meine Mittheilung in der botanischen Zeitung 1884, S. 274.

wird in den meisten Fällen wohl die zutreffendere sein. Wir kennen ja auch die Fähigkeit der lebenden Zellen, durch Spaltungen verloren gegangene oder durch Oxydation verbrauchte Molecule von Protoplasmaeiweiss wieder zu ersetzen, eine Fähigkeit, welche indess mit der Zunahme der im selben Zeitmoment zu ersetzenden Molecule abnimmt und bei verschiedenen Zellen verschiedene Gränzen besitzt.

So wirkt eine 1 procentige Salmiaklösung momentan energisch auf die Spirogyren ein, in einer hundertmal verdünnteren Lösung (1:10000) leben die Algen 3—4 Tage lang scheinbar ganz normal weiter, die Sauerstoffentwicklung geht fort und es zeigt sich nichts Abnormes in der Zellstructur. Nach 6—8 Tagen jedoch wird eine Einwirkung sichtbar. Das Chlorophyllband scheint zwar noch nicht alterirt[1]), aber das farblose Protoplasma zeigt in den meisten Zellen eine schwache Trübung, hie und da findet man auch Haufen ausgeschiedener Körner. Dadurch, dass diese neutrales Silbernitrat (nach 12 Stunden im Dunkeln) reduciren und ihre Reducirbarkeit für alkalische Silberlösung selbst nach 12 Stunden Aufenthalt in 1 procentiger Essigsäure nicht verlieren, ergibt sich, dass eine Veränderung des activen Eiweisses in diesen reducirenden Parthieen stattgefunden hat.

Viel energischer als der Salmiak wirkt das salzsaure Hydroxylamin[2]), schon nach 1 Tag zeigt sich bei einer Verdünnung dieses Salzes von 1:10000, dass das Chlorophyllband nicht mehr functionirt, sich dessen Contouren verwischen und die spiralige Anordnung verloren geht und nach einem weiteren Tag stirbt auch das farblose Protoplasma unter Trübungs- und Contractionserscheinungen ab. Die rasch abgestorbenen Fäden zeigen keine Reductionsfähigkeit für Silberlösung mehr, in den langsamer absterbenden dagegen zeigen die noch reducirenden Parthieen ebenfalls eine Veränderung des activen Albumins in eine andere Substanz (Aldoxim), die nicht mehr so leicht ihre Reducirfähigkeit wie das active Albumin einbüsst[3]).

---

1) Gewöhnlich ist aber das Chlorophyllband der zuerst leidende Theil bei einem Eingriff.

2) Man könnte vielleicht folgern, dass das lebende Protoplasma das Ammoniak wieder leichter eliminiren, oder durch Ueberführung in andere Verbindungen leichter wieder unschädlich machen kann, als das Hydroxylamin.

3) Siehe dies Archiv Bd. 32, S. 112.

Die Wirkungen ein und derselben Substanz auf verschiedene Organismen sind häufig auffallend verschieden und es ist sicherlich von Interesse, die auffallendsten dieser Erscheinungen zu sammeln, zu vergleichen, und so Grundzüge einer vergleichenden Toxicologie zu liefern, welche später einmal zur Beurtheilung der verschiedenen Organisation bei verschieden functionirenden Zellen von Werth sein könnten. So verglich ich z. B. die Wirkung des Salmiaks auf Algen (Spirogyren) mit der auf Sprosshefe, wobei ein auffallendes Ergebniss erhalten wurde. Wie erwähnt, wirkt eine 1 procentige Salmiaklösung energisch auf jene Algen ein, der Turgor der Fäden wird bald verloren, das Protoplasma contrahirt sich unter starker Trübung und wird functionsunfähig — dagegen kann man Sprosshefe sogar mit einer 10 procentigen Salmiaklösung bei 40° längere Zeit in Berührung lassen, ohne dass sie an ihrer Lebensfähigkeit und Gärkraft Einbusse erlitte. Wenn nun die Giftwirkung des Salmiaks bei Algen darin besteht, dass dieses Salz in Ammoniak und Salzsäure gespalten wird und das freie Ammoniak dann auf die „Gruppen in Bewegung" im lebenden Eiweiss einwirkt[1]), wenn wir weiter beobachten, dass selbst bei grosser Verdünnung freies Ammoniak ein starkes Gift für Hefe ist, so scheint wohl der Schluss gerechtfertigt, dass das Protoplasma der Hefe zu wenig energische Wirkungen besitzt, um den Salmiak zersetzen zu können. Da wir aber doch wieder sehen, dass Hefe in einem Gemenge von Salmiak und Zucker längere Zeit zu leben, also wahrscheinlich auch ihr Eiweiss zu bilden, somit dem Salmiak den dazu nöthigen Stickstoff zu entziehen vermag, so wird es wohl genauer sein, zu schliessen: Die Hefe hat nur eine sehr geringe Fähigkeit Salmiak zu spalten.

Während in mancher Beziehung die Sprosshefe viel geringere Energie als Spalt- und Schimmelpilze besitzt, ist es in anderen Fällen wieder umgekehrt. So vermag z. B. jene den Nitraten nicht den Stickstoff behufs Ernährung zu entnehmen, (A. Mayer), während diese es vermögen. Gegen Chinolin aber besitzt umgekehrt die Sprosshefe eine viel bedeutendere Lebensenergie, als die Spaltpilze. Nach Beobachtungen von Donath[2]) wird die Milchsäuregährung schon durch 0,2% salzsauren Chinolins sehr beein-

1) Siehe dies Archiv Bd. 32, S. 114.

2) Berl. Chem. Ges. XIV, S. 184.

trächtigt, selbst durch 2,0% aber noch nicht im Mindesten die Alkoholgährung des Traubenzuckers.

Während Infusorien gegen Blausäure und viele Alkaloide sehr empfindlich sind, ist Sprosshefe verhältnissmässig wenig empfindlich dagegen[1]). Doch gibt es auch thierische Zellen, welche gegen sonst kräftig wirkende Alkaloide weniger empfindlich sind. Nach Engelmann[2]) zeigen die Lymphzellen von Fröschen, welche durch subcutane Einspritzung von grossen Dosen Chinin sulf. getötet wurden, noch nach Stunden lebhafte Bewegungen.

Die Resistenz gegen chemische Einflüsse fällt nicht immer zusammen mit der Resistenz gegen andere z. B. gegen höhere Temperatur, Austrocknen etc. Bei ersterer scheint meistens eine moleculare Lecithineinbettung das bedingende zu sein[3]), bei letztren aber die grössere Dichte des Plasmas. Dass Samen und Sporen eine höhere Temperatur und Austrocknen eher ertragen als in voller Lebensthätigkeit begriffene Gewebe, ist bekannt. Spross- und Spaltpilze vertragen eine höhere Temperatur als die meisten Algen, aber in verdünnter alkalischer Silberlösung sterben sie viel rascher ab als diese.

Bei ein und demselben Protoplasma bedingt ein längerer Einfluss einer höheren Temperatur eine Aenderung der Resistenz. Eine diess bezügliche Beobachtung an Spirogyra habe ich bereits früher mitgetheilt[4]). Höhere Temperatur beschleunigt ja alle chemische Vorgänge, auch die Schwingungen des lebenden Protoplasmas werden lebhafter, die Maschine wird labiler und ein Eingriff kann dann viel leichter den Tod herbeiführen, als bei verlangsamten Stoffwechsel. Ein Protoplasma, welches in rapidem Wachsthum begriffen ist, welches bedeutende Bewegungen ausführt, recht energisch functionirt und schwierige Processe vollbringt, ist immer sehr labiler Natur; langsam functionirendes dagegen resistent zu nennen. Infusorien, welche sich ja meist in intensiven Bewegungen ergehen, das Protoplasma der Chlorophyllkörner, welches die bedeutende

1) Siehe auch Liebig, Jahresber. d. Chem. 1870, S. 888.

2) Handb. d. Physiolog. I, S. 364.

3) In neuerer Zeit habe ich indessen einen Fall beobachtet, der gegen diesen Zusammenhang zu sprechen scheint. Ich muss diesen Fall noch näher studiren.

4) Dies Archiv Bd. 30, S. 352. Siehe auch die Schrift: Die chemische Kraftquelle im lebenden Protoplasma, S. 93.

Leistung der Kohlensäurereduction vollbringt, sind äusserst labilen Characters, sterben bei den geringfügigsten Anlässen ab. Leberzellen sterben rascher als Muskelgebilde, rasch wachsende Algen (Oedogonium, Sphaeroplea) sterben viel leichter, als langsam wachsende (Vaucheria, Zygnema). Es schien daher eine berechtigte Folgerung zu sein, dass ein bei gewöhnlicher Temperatur labiles Protoplasma durch eine Verlangsamung des Stoffwechsels, bei längerem Einfluss einer sehr niederen Temperatur eine gewisse Resistenz erlangen könne[1]). Dafür sprach auch, dass das unter gewöhnlichen Bedingungen gegen das Silberreagens sich negativ verhaltende Infusorium Euglena doch in der im Winter öfter gebildeten ruhenden Form mässig zu reagiren im Stande ist. Die Nieren von Winterfröschen ferner reagiren mit der alkalischen Silberlösung weit intensiver als die von Sommerfröschen. — Wenn aber im Winter gesammelte Spirogyren öfters schlechter reagiren, als im Sommer, so ist an dieser geringeren Resistenzfähigkeit sicherlich nur der halbe Hungerzustand schuld, in den sie durch die äusserst kurzen Lichtperioden der Tage versetzt werden, nicht aber die niedrigere Temperatur.

Ich durfte durch Anwendung obiger Folgerung auch hoffen, die Sprosshefe, welche bis jetzt sich negativ verhielt, und äusserst rasch in dem Silberreagens abstarb, zur Reaction mit Silberlösung zu bringen. Da aber die Gärthätigkeit den Lebensprocess beschleunigt, so wurde sie in zuckerfreien Nährlösungen gezüchtet. Dieselben enthielten beim ersten Versuch 0,5 % weinsaures Ammoniak, 0,5 % Asparagin, 0,2 % Dikaliumphosphat und 0,02 % $MgSO_4$; im zweiten Versuch: 10 % Mannit, 1 % Pepton und 0,2 % Monokaliumphosphat. Etwas Presshefe wurde in einer grösseren Menge dieser Nährlösungen vertheilt und darin bei einer von 0° bis 4° variirenden Temperatur unter häufigen Umschütteln mehrere Tage bei Luftzutritt in Berührung gelassen, sodann kurze Zeit mit Eiswasser gewaschen und dann 24 Stunden in der stark erkälteten ammoniakalischen Silberlösung[2]) im Dunkeln belassen. Es zeigte sich nun unter dem Mikroscop, dass in der That das Protoplasma der mei-

1) Vielleicht ist hierher auch eine Beobachtung von Frey an den Nerven von stark erkälteten Fröschen zu rechnen. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1883, Physiol. Abthlg.

2) Diese enthielt im Liter 1 gr $AgNO_3$ und 0,2 gr NH_3.

sten Zellen drei bis vier und mehr unregelmässige kleinere und grössere schwarzen Flecken enthielt[1]), eine Erscheinung, die mir bei Hefe vorher **niemals** zu erhalten gelungen war und ohne Zweifel auf Silberreduction beruhte.

Da nun die Silberreaction an den verschiedenartigsten Objecten: Algen, Moosen (z. B. Plagiochyla), Farren, Wurzeln, Stengeln, Blättern, Markstrahlzellen, Pflanzenhaaren, Keimlingen (z. B. Helianthus), höheren Pilzen (z. B. Gymnosporangium) und niedern Pilzen (Hefe), Froschnieren und Hoden gelungen ist, so darf man wohl die Hoffnung hegen, das es mit der Zeit gelingen wird, noch manche bis jetzt sich negativ verhaltende Objecte (z. B. manche Algen und Moose, Maiskeimlinge, Lymphzellen, Muskelgebilde) zur Reaction zu bringen. Das Problem spitzt sich darauf zu, die Silberlösung so zu verbessern, dass sie fast momentan wirkt und in den Objecten für längere Zeit einen verlangsamten Stoffwechsel zu erzielen.

Ueber die Giftwirkung des Hydroxylamins verglichen mit der von anderen Substanzen.

Von

O. Loew.

Wenn die Atomgruppen, von denen die Lebensbewegung ausgeht, Aldehydgruppen sind, wofür die bisher erhaltenen Resultate sprechen, so müssen soche **Körper, welche energisch auf Aldehyde einwirken, auch Gifte allgemeiner Natur sein.** Nun hat die neuere Zeit im Hydroxylamin und Phenylhydrazin zwei solche Substanzen kennen gelehrt. **Victor Meyer** hat bei ersterem, **Emil Fischer** bei letzterem gezeigt, dass alle Aldehyde

1) Da sich Silberverbindungen in der Membran niederschlagen, so ist längere Lichtwirkung auf die Zellen nicht zuzulassen, widrigenfalls sich die Membran schwärzt.

selbst noch bei grossen Verdünnungen darauf reagiren, wobei unter Wasserabspaltung die Aldehydgruppe als solche verloren geht und Producte entstehen, welche selbst noch Silber reducirende Eigenschaften haben[1]).

Folgende Gleichungen veranschaulichen diese Wirkungen:

$$R-C{\small\begin{matrix}\nearrow O\\ \searrow H\end{matrix}}+N{\small\begin{matrix}\nearrow OH\\ -H\\ \searrow H\end{matrix}}=R+C{\small\begin{matrix}\nearrow N-OH\\ \searrow H\end{matrix}}+H_2O$$

Ein beliebiges Aldehyd. Hydroxylamin. Ein Aldoxim.

$$R-C{\small\begin{matrix}\nearrow O\\ \searrow H\end{matrix}}+NH_2-NH-C_6H_5=R-C{\small\begin{matrix}\nearrow N-NH-C_6H_5\\ \searrow H\end{matrix}}+H_2O$$

Phenylhydrazin. Ein Aldehydrazin.

Nun wurde schon von mehreren Forschern gefunden, dass Hydroxylamin Giftwirkung besitzt. Nach Raimundi und Bertoni[2]) werden Hunde durch Dosen von 0,5 gr, Frösche durch 0,002—0,003 gr getödtet. Die Erklärung indess, welche diese Forscher für die Giftwirkung geben, dass nämlich dass Hydroxylamin im Blut in salpetrige Säure übergehe, halte ich für irrig.

Vor Kurzem haben V. Meyer und E. Schulze Beobachtungen über die Wirkung des Hydroxylamins auf Keimlinge mitgetheilt[3]). Von der Idee ausgehend, dass dieser Körper wegen seiner grossen Reagirfähigkeit eine besonders günstige Stickstoffquelle darstellen müsste, verglichen sie Nährlösungen, welche salpetersauren Kalk und solche die schwefelsaures Ammoniak enthielten, mit einer schwefelsaures Hydroxylamin enthaltenden. Statt des erwarteten günstigen Resultats fanden sie im Gegentheil, dass die Keimlinge (von Mais und Gerste) in letzterer auffallend rasch abstarben, während sie sich in ersteren ruhig weiter entwickelten. Diese Forscher fanden ferner, dass das Hydroxylamin antiseptisch wirkt.

Seitdem ich im vergangenen Jahre die Wirkung des Hydroxyl-

1) Diese Eigenthümlichkeit beruht wohl darauf, dass das noch vorhandene Aldehydwasserstoffatom durch die eingetretene negative Gruppe noch immer eine relativ labile Lage einnimmt und daher leicht in Hydroxyl übergeht.

2) Maly's Jahresb. 1882, S. 147.

3) Ber. D. Chem. Ges. 1884, 1554. Herr Prof. E. Schulze hatte mir seine Versuche schon früher mündlich mitgetheilt. Was die Giftwirkung auf höhere Thiere betrifft hat auch Herr Prof. Nencki nach gütiger Privatmittheilung Versuche angestellt, welche die Giftnatur des Phenylhydrazins beweisen.

amins auf Algen beobachtet hatte [1]), habe ich mich auch mit dem Verhalten dieser Substanz gegen andere Organismen, thierische wie pflanzliche beschäftigt und theile im Folgenden auch diejenigen Versuche mit, welche sich auf Keimlinge und Spaltpilze beziehen, obgleich solche durch V. Meyer und E. Schulze schon angestellt wurden. Meine diessbezüglichen Versuche, obwohl in mancher Beziehung in abweichender Art und in weit grösserer Verdünnung des Hydroxylamins angestellt, bestätigen die Resultate dieser Forscher vollkommen.

Einwirkung des Hydroxylamins auf Keimlinge und Samen. Sechs Keimlinge von Mais, deren Würzelchen etwa 1 cm lang waren, wurden auf durchbohrte Korkscheiben in Lösungen von Salmiak und salzsaurem Hydroxylamin in Brunnenwasser in einer Verdünnung von 1 : 15000 gesetzt. Nach 8 Tagen war bei den Salmiakpflänzchen die Wurzeln bereits um das vierfache gewachsen, bei den Hydroxylaminpflänzchen kaum um ein Zehntel und blieben bald ganz stationär. Die Länge der oberirdischen Theile betrug nach 14 Tagen bei den Salmiakpflänzchen 9—10 cm, bei den Hydroxylaminpflänzchen, welche allmälig dahinsiechten, erreichten sie nur 2—5 cm [2]). Als nun die vollkommen gesund aussehenden Salmiakpflänzchen in eine mit Brunnenwasser hergestellte Nährlösung, welche 0,10 % K_2HPO_4; 0,05 % $(NO_3)_2Ca$; 0,05 % $MgSO_4$ und 0,01 % salzsaures Hydroxylamin enthielt, versetzt wurden, starben sie schon nach 2 Tagen vollständig ab, Blätter und Stengel verloren den Turgor und vertrockneten.

Mit Helianthuskeimlingen wurden ganz ähnliche Erfahrungen gemacht; das Wachsthum der Wurzel in der so stark verdünnten (1 : 15000) Lösung des salzsauren Hydroxylamins blieb bald gänzlich sistirt, der Stengel entwickelte sich aber noch eine Zeit lang, kränkelte dann und vertrocknete.

Samen von Klee, Buchweizen und Helianthus wurden drei Tage in einer 1 promille Lösung von salzsaurem Hydroxylamin, welche genau mit kohlensaurem Natron neutralisirt worden war, quellen lassen und dann auf Fliesspapier in eine feuchte Kammer gebracht. Nur noch eine geringe Zahl der Samen zeigte Keim-

1) Dies Archiv Bd. 32, S. 113.

2) Der Stengel hatte hier noch Wachsthum gezeigt, nachdem das Wachsthum der Wurzel schon gänzlich sistirt war.

kraft und diese wenigen trieben erst 4 Tage später ein Würzelchen, als die in Controlle-Salmiaklösung oder reinem Wasser gequollenen, welche fast sämmtlich keimten.

Wirkung des Hydroxylamins auf Pilze. Bringt man etwas mit kohlensaurem Natron neutralisirte Lösung von salzsaurem Hydroxylamin in stark verdünntem Zusande zu lebhaft sich bewegenden Spirillen, so stellen diese ihre Bewegungen sofort für immer ein.

1 gr Pepton wurde in 500 ccm Wasser gelöst, die Lösung in 2 Theile Wasser getheilt, zum einen 0,01 % Salmiak, zum andern ebensoviel salzsaures Hydroxylamin gesetzt. Beide Lösungen erhielten ferner 0,1 % Dikaliumphosphat, in Folge dessen sie schwach alkalisch reagirten. Nachdem beide mit Spaltpilzen inficirt 24 Stunden im Brütkasten verweilt hatten, hatte die Salmiakmischung bereits starke Trübung und fauligen Geruch, die Hydroxylaminmischung aber blieb 4 Wochen lang, d. h. bis zur Beendigung des Versuches, trotz oft wiederholter Infection völlig klar und geruchlos.

Nun wurden 7 Kolben aufgestellt. In jeden kam die gleiche Nährlösung, nämlich: Wasser 100 ccm; weinsaures Ammoniak 0,5 gr; Monokaliumphosphat 0,4 gr; Schwefelsaure Magnesia 0,1 gr. — Kolben Nr. 1 erhielt keinen weiteren Zusatz.

Nr. 2 erhielt 0,1 gr salzsaures Hydroxylamin
Nr. 3 „ „ Salmiak
Nr. 4 „ „ salzsaures Chinolin
Nr. 5 „ „ essigsaures Strychnin
Nr. 6 „ „ essigsaures Morphin
Nr. 7 „ „ essigsaures Chinin.

Sämmtliche Lösungen reagirten schwach sauer. Sie wurden mit Bacterien und Schimmelsporen inficirt und 8 Wochen bei gewöhnlicher Temperatur stehen lassen. Beim Hydroxylamin hatte sich trotz mehrmals wiederholter Infection keine Spur von Schimmel oder Bacterien entwickelt, die Lösung war vollständig intact geblieben. Beim Chinolin hatte sich etwas Schimmel aber keine Spur Bacterien entwickelt; aber bei allen übrigen Flüssigkeiten war nach anfänglicher Schimmelbildung bald eine starke Bacterienvegetation aufgetreten und die Reaction war in eine alkalische übergegangen in Folge der Umwandlung des weinsauren Ammoniaks in kohlensaures. Nur bei

der Hydroxylamin- und der Chinolinmischung war die ursprüngliche saure Reaction noch erhalten.

Zu zwei Lösungen von je 10% Glycose, 1% Pepton und 0,1% Dikaliumphosphat wurde 1% salzsaures Hydroxylamin[1]) respective 1% Salmiak gesetzt. Trotz Infection mit Schimmelsporen und Spaltpilzen blieb jene Lösung selbst nach 6 Wochen total unverändert, diese aber gab reichliche Schimmelvegetation. Das Hydroxylamin ist also nicht nur im freien Zustand sondern auch als Salz ein energisches Gift für Schimmelpilze. Sogar die Gegenwart einer beträchtlichen Menge Glycose ändert an diesem Verhalten nichts, obwohl diese nach V. Meyer die Fähigkeit hat, sich mit Hydroxylamin zu verbinden[2]). Man muss also annehmen, dass selbst die durch Einwirkung des Hydroxylamins auf Glycose entstehende Verbindung noch pilzfeindliche Wirkungen besitzt. Dieses hätte desshalb nicht viel Auffallendes an sich, weil aus allen Aldoximen das Hydroxylamin wieder ziemlich leicht regenerirbar ist.

Die Versuche mit Sprosshefe ergaben, dass für dieselbe wohl freies Hydroxylamin ein heftiges Gift ist, das salzsaure Salz aber nur als ein schwaches bezeichnet werden muss, was am plausibelsten durch die Annahme erklärt werden kann, dass das Hefeprotoplasma nur im geringen Grade die Fähigkeit besitzt, Salze zu spalten (siehe vorigen Artikel). Etwas Presshefe wurde mit Wasser zu einem dicken Brei angerührt und etwas davon zu 1%-igen mit Brunnenwasser hergestellten Lösungen gesetzt von 1) salzsaurem Hydroxylamin, 2) freiem Hydroxylamin[3]), 3) Salmiak, 4) salpetrigsaurem Kali, 5) salpetersaurem Kali, 6) arsensaurem Kali und 24 Stunden unter öfterem Umschütteln stehen lassen. Die Hefe wurde dann gewaschen und mit Nährlösung (10% Glycose; 1% Pepton; 0,1% K_2HPO_4) im engen Probecylinder zusammengebracht. Schon nach einer Stunde begann mit Ausnahme von 1 u. 2 überall die Gährung; bei 1) begann sie schwach nach

1) Mit dem gewöhnlichen Eiweiss, resp. Pepton kann sich nach meinen Erfahrungen Hydroxylamin nicht verbinden, sondern nur mit dem activen Eiweiss lebender Zellen. Das gewöhnliche Eiweiss enthält auch keine Aldehydgruppen mehr, wie Petri aus einer rothen Färbung mit Diazobenzolsulfosäure schliessen möchte.

2) Ber. Chem. Ges. 1884, S. 1554.

3) Salzsaures Salz mit der ber. Menge Na_2CO_3.

24 Stunden, bei 2) (freies Hydroxylamin) blieb jede Spur von Gährungsregung für immer aus. Sowohl das salpetrigsaure Salz[1]) als das arsensaure erwiesen sich ganz unschädlich.

Bei einem andern Versuch wurden die Verdünnungen grösser genommen. Die auf die Hefe einwirkenden Lösungen bestanden aus:

a.	b.
1) 0,1% salzsaures Hydroxylamin	4) 0,1% Salmiak
2) dto. + 0,5% kohlens. Natron	5) dto. + 0,5% kohlens. Natron
3) dto. + 1% Dikaliumphosphat	6) dto. + 1% Dikaliumphosphat.

Auch wurden noch 2 Controllversuche mit den gleichen Mengen Dikaliumphosphat resp. kohlensaurem Natron allein aufgestellt. Zu je 100 ccm dieser Lösungen wurden eine erbsengrosse Masse Presshefe gebracht, durch Schütteln gut vertheilt und 3 Tage unter öfterem Umschütteln stehen lassen. Die überstehende Flüssigkeit wurde dann abgegossen und die Hefe mit vorher gekochter Nährlösung von 10% Glycose, 0,5% Asparagin und 0,5% Dikaliumphosphat in engen Proberöhren zusammengebracht. Nun zeigten die in den Lösungen von blossem salzsaurem Hydroxylamin resp. blossem Salmiak gewesenen Hefeportionen nach einigen Stunden schon Gärthätigkeit, die in den Mischungen dieser Salze mit Dikaliumphosphat gewesenen nach 12—13 Stunden, aber die in den Mischungen mit kohlensaurem Natron gewesenen selbst nach vielen Tagen nicht die mindeste Spur mehr. Das kohlensaure Ammoniak hatte also bei dieser Concentration ebenso energisch als das freie Hydroxylamin auf die Hefe eingewirkt, während die salzsauren und phosphorsauren Salze dieser Basen die Tötung selbst nach 3 Tagen nicht bewirkten. — Was noch die Controllversuche anlangt so sei bemerkt, dass die in Dikaliumphosphat gewesene Hefe schon nach mehreren Stunden, die in kohlensaurem Natron gewesene nach 30 Stunden Gärthätigkeit zeigte und letztre dann sogar sehr lebhaft wurde; es folgt also hieraus, dass kohlensaures Ammoniak viel schädlicher wirkt als kohlensaures Natron.

Durch einen weiteren Versuch wurde noch festgestellt, dass

1) Dass freie salpetrige Säure ein sehr heftiges Gift für jede lebende Zelle ist, lässt sich a priori voraussagen.

in Gährthätigkeit begriffene Hefe kein wesentlich anderes Verhalten zeigt als ruhende.

Wirkung des Hydroxylamins auf Diatomeen, Infusorien und niedere Wasserthiere. Eine 1%-tige Lösung von salzsaurem Hydroxylamin wurde mit kohlensaurem Natron genau neutralisirt und dann mit Brunnenwasser aufs 20fache verdünnt. Einige Vorticellen wurden an Algenfäden haftend und in lebhafter Flimmer- und Schnellbewegung begriffen, auf dem Objectträger mit einem Tropfen dieser Lösung in Berührung gebracht. Nach 20 Minuten bemerkte man ein Langsamerwerden des Flimmerns und ein Aufhören der Stielcontractionen. Nach weiteren 15 Minuten waren sie völlig regungslos geworden. Kleinere freischwimmende Infusorien lebten etwas länger. Die Bewegung der Englenen hörten in dieser Lösung nach 50 Minuten auf. In Controllflüssigkeiten mit ebensoviel Kochsalz oder Salmiak blieben die Infusorien lebendig.

In einer mit Brunnenwasser hergestellten und genau mit Natriumcarbonat neutralisirten Lösung von salzsaurem Hydroxylamin in der Stärke von 1 : 500 starben Rotatorien, Copepoden, Asseln nach einer Stunde. Bei einer Verdünnung von 1 : 10000 starben Wasserasseln nach 3 Stunden. Correspondirende Salmiaklösung hatte aber nicht den mindesten schädlichen Einfluss selbst nach mehreren Tagen.

Mit Wasser reich an doppelkohlensaurem Kalk[1]) wurden Lösungen in Verdünnung 1 : 10000 hergestellt von 1) Kochsalz, 2) Salmiak, 3) salzsaurem Hydroxylamin und in diese 3 Lösungen etwas Schlamm, sehr reich an Diatomeen und Infusorien gegeben. Am folgenden Morgen (n. 15 Stunden) fand bei 1 u. 2 lebhafte Sauerstoffentwicklung aus den Diatomeen statt, bei 3 keine Spur mehr. Nach 36 Stunden gewahrte man beim Hydroxylamin kein einziges lebendes Infusorium mehr, so viele Proben Schlamm auch mikroskopisch untersucht wurden; während in den andern Lösungen noch lebhafte Bewegungen ausgeführt wurden. Egel und Planarien starben nach 12—16 Stunden, eine Schnecke (Limnaea) nach 45 Stunden in dieser Hydroxylaminlösung.

---

1) Dieses Wasser enthielt 0,022% $CaCO_3$ als Bicarbonat gelöst, mehr als hinreichend, um bei einer Lösung des stets sauer reagirenden salzsauren Hydroxylamins von 1 : 10000 alle Säure zu neutralisiren.

Nun wurde derselbe Versuch mit zehnfach stärkerer Verdünnung der Salze (1:100,000) wiederholt. Der Schlamm wurde Abends in die Lösungen gebracht und die Flaschen am nächsten Morgen dem zerstreuten Tageslicht exponirt. Beim Hydroxylamin hatten die Diatomeen jede Spur von Lebensregung, welche sich bei ihnen durch Kohlensäurezersetzung resp. Sauerstoffentwicklung und eigene Bewegungen manifestirt, verloren, während beim Salmiak und Kochsalz selbst nach 3 Tagen zahllose Sauerstoffbläschen aus dem Diatomeenschlamme aufstiegen. Infusorien und Ostracoden aber lebten bei dieser grossen Verdünnung des Hydroxylamins noch in ziemlicher Zahl selbst nach 3 Tagen.

Das salzsaure Hydroxylamin wurde nun in derselben Verdünnung (1: 100,000) mit einer ebenso stark verdünnten Lösung von essigsaurem Strychnin verglichen. Die mit dem Diatomeenschlamme versetzten Lösungen blieben wieder über Nacht stehen und wurden am Morgen dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt. Nach einer Stunde schon waren dann beim Strychnin zahllose Sauerstoffbläschen auf dem grünen Schlamme zu bemerken, welche ebenso rasch durch neue ersetzt wurden, als sie aufstiegen. Die Diatomeen und Palmellaceen waren hier in lebhaftester Thätigkeit; kein einziges Bläschen aber zeigte sich in der Hydroxylaminflasche! Was niedere Wasserthiere betrifft (Egel, Käfer, Ostracoden), so lebten sie nach 48 Stunden noch in beiden Flaschen.

Um die Hydroxylaminwirkung mit der Wirkung anderer Gifte auf Thiere zu vergleichen, wurde nun die Hydroxylaminlösung wieder etwas concentrirter genommen und das Leben im Brunnenwasser für sich a) mit den damit im Verhältniss von 1:20,000 hergestellten Lösungen von b) salzsaurem Hydroxylamin, c) essigsaurem Strychnin, d) essigaurem Morphin, e) essigsaurem Chinin verglichen. Nach einem Tage zeigten nur noch beim Morphin die Diatomeen eine Sauerstoffentwicklung, welche auch noch einige weitere Tage anhielt. Die Infusorien waren im Hydroxylamin nach $1^1/_2$ Tagen sämmtlich todt, ebenso beim Chinin, dagegen selbst nach 3 Tagen noch nicht beim Strychnin[1]). Nach $1^1/_2$ Tagen waren beim Hydroxylamin Schnecken

1) Da dieses Resultat mir sehr auffällig schien, so wurden noch einige Controllversuche mit Verdünnungen von 1:10000 und 1:20000 gemacht und auch hieraus ergab sich, dass Chinin auf Infusorien (und Diatomeen) viel rascher tötlich wirkt, als Strychnin. Schon Liebig beobachtete, dass für Hefe jenes giftiger ist als dieses (Ann. Ch. Pharm. 153, 1).

(Planorbis und Limnaea), Asseln, Copepoden, Ostracoden, Egel, Planarien, Dipterenlarven todt, nur Wassermilben und Wasserkäfer lebten noch und zwar auch noch nach 2 weiteren Tagen.

Beim Strychnin starben nach $1^1/_2$ Tagen Planarien, Egel, Schnecken und Crustaceen; nach 4 Tagen die Wasserkäfer. Noch länger aber lebten Dipterenlarven und Wassermilben.

Beim Chinin[1]) starben Wasserschnecken schon nach 12 Stunden, nach $1^1/_2$ Tagen Egel, Rotatorien und Infusorien, dann folgten Planarien und Wassermilben. Nach 4 Tagen waren noch am Leben Ostracoden, Wasserkäfer und Dipterenlarven.

Das Morphin scheint mit Chinin und Strychnin verglichen für die niedere Organismenwelt nur ein schwaches Gift zu sein. Egel starben bei obiger Concentration erst nach 5 Tagen, Schnecken lebten noch länger, Infusorien und Diatomeen schienen in ihrem Leben gar nicht beeinträchtigt zu werden.

Verglichen mit Hydroxylamin können freie Cyanursäure und freies Pyridin kaum Gifte genannt werden. In 1 pro Mille Lösungen dieser Körper in Brunnenwasser blieben niedere Wasserthiere wochenlang am Leben, ebenso Diatomeen und andere Algen[2]). Höhere Thiere allerdings, wie Wasserkäfer und Wasserschnecken starben in der Pyridinlösung nach 3 Tagen.

Merkwürdig ist der Unterschied in der Wirkung von Pyridin und dem um 6 Wasserstoffatome reicheren Piperidin. Letzteres wirkt als heftiges Gift auf viele niedere Organismen, während ersteres bei weit höheren Concentrationsgraden noch ganz wirkungslos ist. Während 0,5 % freies Pyridin in einer Nährlösung mit weinsaurem Ammon weder Schimmel- noch Spaltpilzentwicklung[3]) hindert, wirkt schon 0,2 % Piperidin antiseptisch. Während Infusorien wochenlang in Lösungen von 0,2 % freiem Pyridin bei geeigneter Algennahrung weiterleben, sterben sie momen-

---

1) Von den vorhandenen kleinen Algenarten war beim Chinin wie Strychnin nach $1^1/_2$ Tagen nur noch eine einzige am Leben; es war dies die durch lebhafte Eigenbewegung sich auszeichnende Pandorina morum.

2) Ebenso unschädlich erwies sich eine 0,3 %-ige Lösung von Coffein.

3) Das Pyridin selbst kann den Pilzen nicht als Nahrung dienen; es gelang mir wenigstens nicht, Schimmel- oder Spaltpilze in passenden Nährlösungen mit phosphorsaurem Pyridin, bei Abwesenheit anderer organischer Stoffe zur Entwicklung zu bringen.

tan in einer ebenso starken Lösung von freiem Piperidin[1]). Schon vor längerer Zeit haben Kendrik und Dewar[2]) darauf hingewiesen, dass die wasserstoffreicheren Alkaloide wirksamer sind als die Pyridinbasen von gleichem Kohlenstoffgehalt, z. B. Coniin und Nicotin einerseits und Collidin und Dipyridin andrerseits. Ganz analoge Resultate haben L. Hoffmann und W. Koenigs publicirt[3]).

Was nun das Hydroxylamin betrifft, so besteht wohl kein Zweifel mehr darüber, dass es ein Gift in des Wortes allgemeinster Bedeutung ist, dass es der Lebensbewegung in jedwedem Lebewesen sehr feindlich gegenübersteht und zwar auch in gänzlich neutralen Lösungen. Man kann wohl sagen, es wird in seinem lebensfeindlichen Charakter von keiner einzigen andern Substanz erreicht, geschweige denn übertroffen. Ohne Zweifel greift es direct in jene die Lebensbewegung bedingende Atomgruppirung des lebendigen Eiweisses ein. Arsenverbindungen, Blausäure, Strychnin sind durchaus keine allgemeinen Gifte. Arsensaures Kali ist kein Gift für Algen, Pilze und Infusorien[4]), Blausäure keines für Hefe und auch anderes pflanzliches Protoplasma, Strychnin keines für Schimmel. Das neuerdings als Gift erkannte Neurin[5]) ist nur ein solches für höhere Thiere, es ist keines für niedere Pilze, auf einer Lösung von weinsaurem Neurin entwickelt sich die üppiste Schimmelvegetation.

Man wird wohl berechtigt sein, zu unterscheiden zwischen allgemeinen Giften, welche unter allen Bedingungen auf das active Eiweiss an sich einwirken, und speciellen oder Organisationsgiften, welch letztere erst bei gewisser Differenzirung der Organisation des Protoplasma einen Giftcharakter ausüben, in höheren Thieren wieder z. B. specifische Gebilde, z. B. Nerven viel mehr afficiren wie andere.

Dem Hydroxylamin chemisch analog wirkt, wie oben erwähnt, das Phenylhydrazin (jedenfalls auch andere Hydrazine). Zunächst versuchte ich, die im vergangenen Jahre an Algen

1) Das salzsaure Salz des Piperidins tödtet bei derselben Concentration die Infusorien jedoch erst nach 1—2 Tagen.

2) Ber. Chem. Ges. VII, S. 1458.

3) Ber. Chem. Ges. XVI, S. 739.

4) Siehe dies Archiv Bd. 32, S. 112.

5) Siehe Brieger, ferner Marino-Zacco. Ber. Chem. Ges. 1884, S. 1138.

(Spirogyra) mit Hydroxylamin gemachten Versuche auch mit Phenylhydrazin auszuführen. Ich wandte sowohl das salzsaure Salz[1]), als die freie Base an, in Lösungen von 1 und 0,1%. Allein diese Versuche scheiterten daran, dass das Silber reducirende Phenylhydrazin an vielen Substanzen, besonders den Zellmembranen, so fest haftet, dass man es nicht auswaschen kann.

Nun wurden Lösungen in Brunnenwasser hergestellt im Verhältniss von 1:50,000, von 1) Blausäure, 2) Carbolsäure, 3) salzsaurem Anilin und 4) salzsaurem Phenylhydrazin, und in diese Lösungen etwas Diatomeenschlamm mit kleinen Wasserthieren gebracht. Nach 6 Stunden waren bei Blausäure Käfer, Copepoden und Rotatorien todt, etwas Bewegung war noch bei den Ostracoden wahrzunehmen. Diatomeen, Oscillarien und sehr kleine Infusorien waren noch lebend. Nach 2 Tagen war alles Leben erloschen, nur ein Egel rührte sich noch.

Bei der Carbolsäure und dem salzsauren Anilin war selbst nach 3 Tagen keine Spur einer Verminderung des thierischen und pflanzlichen Lebens wahrzunehmen.

Beim salzsauren Phenylhydrazin waren nach 6 Stunden Käfer, Planarien, Trematoden, Infusorien, Ostracoden noch lebend, bereits todt aber die Diatomeen; nach einem Tage war schon erhebliche Verminderung der lebenden Thiere wahrzunehmen, nach zwei Tagen war das thierische Leben (Crustaceen ausgenommen) erloschen.

Nun wurden noch concentrirtere Lösungen von salzsaurem Phenylhydrazin mit salzsaurem Anilin verglichen, nämlich 1:15,000[2]). Nach 18 Stunden war bei ersterem alles thierische wie pflanzliche Leben erloschen, während bei letzterem sich nicht die mindeste Spur einer Giftwirkung erkennen liess und der Diatomeenschlamm von den continuirlich sich entwickelnden Sauerstoffbläschen immer wieder zur Oberfläche gerissen wurde[3]).

---

1) Mit geringem Zusatz von Na_2CO_3, um die saure Reaction wegzunehmen.

2) Bei dieser Verdünnung war noch kein Neutralisiren der beiden sauer reagirenden Salze nöthig, da das verwendete Brunnenwasser hierzu hinreichend doppelt kohlensauren Kalk enthielt.

3) Von Zeit zu Zeit wurde bei allen diesen Versuchen mit Diatomeen ein Luftstrom aus den Lungen zur Einführung von etwas CO_2 durch die Flüssigkeit geblasen.

Auch für Schimmel- und Spaltpilze erwies sich Phenylhydrazin als ein starkes Gift. Eine Nährlösung (300 ccm), welche enthielt: 0,4 % KH_2PO_4, 0,1 % $MgSO_4$ und 0,5 % weinsaures Ammoniak wurde in drei Theile getheilt; a erhielt 0,5 pro Mille HCl, b 0,5 pro Mille salzsaures Phenylhydrazin, c ebensoviel salzsaures Anilin. Alle drei wurden mit Schimmelsporen und Bacterien inficirt und anfangs öfters gut umgeschüttelt, um die Schimmelsporen unterzutauchen. Nach 14 Tagen Stehen bei gewöhnlicher Temperatur zeigten a und c bedeutende Schimmelentwicklung, b aber keine Spur. Nach drei Wochen hatte sich das Phenylhydrazin, das in wässeriger Lösung sich bald oxydirt, unter Absatz eines gelblichen Pulvers zersetzt und nun erst entwickelte sich eine Bacteriendecke.

Wir sehen also aus den beschriebenen Versuchen: Das Hydroxylamin NH_2OH ist ein stärkeres Gift als Ammoniak NH_3; das Phenylhydrazin: $C_6H_5-NH-NH_2$ ist ein stärkeres Gift als das ihm so nahe stehende Anilin $C_6H_5-NH_2$, das Piperidin $(C_5H_{10})NH$ ein stärkeres als das ihm correspondirende wasserstoffärmere Pyridin $(C_5H_5)N$. Die Nichtgiftigkeit des Pyridins für niedere Organismen ist ebenso interessant, wie die hohe Giftigkeit des Hydroxylamins und des Phenylhydrazins; auch diese Thatsachen sprechen für die Aldehydnatur des activen Albumins.

Zur Physik des Elektrotonus.

Von

A. Gruenhagen.

Hierzu 2 Holzschnitte.

Im Jahre 1871 wurden von mir zum ersten Male Versuche veröffentlicht[1]), aus welchen hervorging, dass die unter dem Namen der Elektrotonusströme zusammengefassten elektrischen Erscheinungen ausser an Nerven auch an künstlichen Vorrichtungen von

1) Berlin. klin. Wochenschrift 1871, p. 59. Die übrige hierher gehörige Litteratur s. dies Archiv 1883, Bd. XXX, p. 486.

cylindrischer Gestalt gesehen werden können, falls man die letzteren aus zwei mit verschiedenem elektrischen Leitungsvermögen begabten Substanzen derart aufbaut, dass die besser leitende die Achse des Cylinders einnimmt. Die Stromvertheilung construirte ich mir nach dem beigefügten Schema (Fig. 1).

Fig. 1.

Hiernach dringen zahlreiche Stromfäden, von denen die Abbildung natürlich nur vereinzelte zur Anschauung bringt, in divergirenden Strahlen von dem positiven Kettenpole (a) durch die feuchte Hülle (hh) des allogenen Leiters zu dem besser leitenden Achsenkern (kk), und sammeln sich in letzterem zu einem rückläufigen Stromarme, welcher seinerseits in der Nachbarschaft des negativen Poles aus zahlreichen Oberflächenpunkten des axialen Leiters in convergirenden Strahlen zum negativen Pole (n) übertritt, also ebenfalls den äusseren Cylindermantel durchsetzt. In Folge dieser Absorption aller rückläufigen Partialströme durch den Kernleiter ist denn aber auch die Hülle frei von ihnen, und wo man immer die ableitenden Fusspunkte eines Galvanometerkreises ($m_I m_{II}$) derselben anlegen mag, ob seitlich neben oder gegenüber den stromzuführenden Elektroden, überall werden nur Partialströme von einsinniger Richtung derjenigen entsprechend abgeleitet werden, welche den vorhin erwähnten divergirenden Stromfäden zu eigen ist. Hierin liegt aber gerade das Uebereinstimmende in dem elektrischen Verhalten der allogenen Leitervorrichtung mit den Elektrotonusströmen der lebenden Nerven, deren den divergirenden Stromfäden der Fig. 1 entsprechendes Zeichen ebenfalls unabhängig ist von dem Lageverhältniss der abgeleiteten Strecke zur Nervenachse, und wiederum das Unterscheidende bezüglich der extrapolaren Strombildungen innerhalb homogener Leiter, bei welchen die Richtung des Zweigstroms im Multiplicatorkreise sich umkehrt, wenn

man die Fusspunkte dieses aus der Stellung I (Fig. 1) in diejenige von II, d. h., aus der Region der von dem positiven Pole abstrebenden in die der rückläufigen, von keinem besser leitenden Achsenkerne mehr verschluckten Stromfäden überführt[1]). Es gleichen jedoch die elektrischen Spannungsverhältnisse der extrapolaren Strecken von Nerv und allogenem Leiter einander in noch mehreren Punkten. Wie bei jenem, so findet man auch für diesen, dass die Stromantheile, welche in den angelegten Galvanometerbogen einbrechen, bis zu einer gewissen Grenze an Intensität wachsen mit der Spannweite der abgeleiteten Strecke und derjenigen der Kettenpole, hingegen abnehmen mit der Entfernung der abgeleiteten Strecke von der durchströmten. Endlich hatte ich bereits im Jahre 1869 darauf aufmerksam gemacht, dass Polarisationsvorgänge, welche den Eintritt des Stromes in die Cylinderachse erschwerten, die extrapolare Ausbreitung der Stromfäden nothwendig begünstigen, folglich die Intensität der abgeleiteten Stromantheile steigern müssten, und damit das bekannte Anschwellen des Elektrotonus an der Anode des dauernd geschlossenen Stromes beim lebenden Nerven in Zusammenhang gebracht.

Die allgemeine Theorie des Elektrotonus, welche ich auf Grund dieser Thatsachen aussprach, kam darauf hinaus, dass derselbe auf der Bildung extrapolarer Stromschleifen beruhe, deren Verlaufsrichtung in den Umhüllungsschichten der Nerven durch die Anwesenheit eines besseren Leiters in der Cylinderachse einsinnig geregelt, und deren Intensitätsverhältniss ausser durch die oben erwähnten räumlichen Beziehungen der Kettenpole und Galvanometerenden zu einander auch noch durch elektrolytische Polarisationsvorgänge an den Grenzflächen der leitenden Substanzen bestimmt würde.

Im Gegensatz zu der meinigen ist später eine andere Definition des Elektrotonus gegeben worden, welche das Stattfinden einer Polarisation zwischen Hülle und Kern als die conditio sine qua non der extrapolaren Stromschleifenbildung bezeichnet, das von mir für zutreffend erkannte ursächliche Verhältniss also einfach auf den Kopf stellt.

Ohne auf die Satz für Satz irrige Bekämpfung meiner auf sicheren experimentellen Grundlagen aufgebauten Lehre noch ein-

1) Den experimentellen Beweis davon habe ich bereits im Jahre 1864 erbracht. Königsberger medicin. Jahrb. Bd. IV, p. 199.

mal zurückzukommen[1]), halte ich es im Interesse der Sache für angezeigt, einige neue Versuchsformen kurz zu beschreiben, deren ich mich zur physikalischen Erklärung der elektrotonischen Erscheinungen am Nerven schon seit längerer Zeit in meinen Vorlesungen bediene, und welche über die untergeordnete Bedeutung der Polarisation bei diesen Zuständen den unzweideutigsten Aufschluss ertheilen.

Es war mir schon sehr frühe klar geworden, dass die alten Schemata der mit feuchten Leitern umwickelten Drähte, an welchen Matteucci die Erscheinungen des Elektrotonus wiederfand und deren ein moderner Forscher sich mit so überaus grossem Eifer angenommen hat, gerade der Polarisation wegen, welche bei ihnen allen an der Grenze zwischen Metall und Flüssigkeit stattfand, den Verhältnissen am lebenden Nerven nicht wohl angepasst waren. Denn obschon nicht übersehen werden konnte, welch günstige Gelegenheit die Myelinscheide der markhaltigen Nervenfasern zur Abscheidung elektrolytischer Produkte sowohl unterhalb der Schwann'schen Scheide als auch längs des Achsencylinders darbot, so war mir doch auch bekannt, dass die absolut marklosen Nervenfasern des Bauchstranges vom Krebse der elektrotonischen Erscheinungen neben den Polen des constanten Stromes keineswegs entbehrten, trotzdem dass diese letztere Art von Nervenfasern nirgends Schichtungen von so grosser chemischer Differenz vermuthen liess, wie sie in den Drahtschematen Matteucci's gegeben waren, und wie sie ähnlich auch in den markhaltigen Nervenfasern angenommen werden durften. Daher vermied ich es von Anfang an, den Spuren Matteucci's zu folgen und richtete vielmehr mein ganzes Augenmerk darauf, polarisationsfreie Vorrichtungen zur Nachahmung der elektrotonischen Strombildungen zu ersinnen.

Meine Versuche bewegten sich sogleich in den beiden principiell möglichen Bahnen und gingen dementsprechend darauf aus

1. allogene polarisationsfreie Leitercombinationen zu construiren nach dem Vorbilde der von Matteucci verwandten aus Flüssigkeit und Metall;

---

1) Nur einen gerügten Irrthum meinerseits möchte ich hier verbessern. Der Ausdruck „zerschmetternd", den ich nach dem Gedächtniss citirt habe, findet sich in der angezogenen Abhandlung meines Gegners nicht, sondern statt dessen das nicht minder unzutreffende Epitheton „vernichtend".

2. allogene polarisationsfreie Leitercombinationen herzustellen nach einem ganz neuen Principe aus zwei verschiedenen Flüssigkeiten.

Der röhrige Bau der Nervenfasern, ihre Zusammensetzung aus porösen Geweben bestimmten mich, als Grundlage für meine Vorrichtungen Pfeifenröhren aus gebranntem Thone zu wählen, deren Dickendurchmesser ca. 5 mm betrug, und deren Achse von einem ca. 1 mm im Lichten messenden Canal durchzogen wurde. Um den Thon leitungsfähig zu machen, wurde derselbe je nach der Beschaffenheit des axial anzubringenden besseren Leiters entweder mit destillirtem Wasser oder mit neutraler concentrirter Zinkvitriollösung durchfeuchtet. Im ersten Fall enthielt der Achsenkanal einen mit Kochsalzlösung von 5 und mehr Procent angefeuchteten Faden, im zweiten einen amalgamirten Zinkstab. Dort war also die allogene Zusammensetzung bedingt durch die Combination einer schlecht und einer besser leitenden Flüssigkeit, hier durch die Combination einer schlecht leitenden Flüssigkeit mit einem gut leitenden Metalle, in beiden Fällen war aber die Möglichkeit, einen Polarisationsprocess an den Grenzflächen der verschiedenen Leiter mittels eines zugeleiteten elektrischen Stromes hervorzurufen, vollkommen ausgeschlossen und damit jener oben angezeigte neue Versuchsweg eingeschlagen, welcher bewusst mit den älteren Untersuchungen Matteucci's brach.

Ich lege auch gegenwärtig noch den oben skizzirten Versuchsformen eine absolute Beweiskraft für die von mir aufgestellte Theorie der elektrotonischen Stromschleifenbildung bei. Ihre Erwähnung hier verdanken sie indessen diesem Umstande nicht, sondern wesentlich dem Wunsche, den historischen Zusammenhang zwischen den früher von mir in Gebrauch gezogenen und den nunmehr zu beschreibenden neuen Versuchseinrichtungen in übersichtlicher Weise herzustellen.

Um kürzere Benennungen für die besprochenen beiden Arten allogener Leitersysteme zu gewinnen, will ich die eine schlechtweg als Metallschema, die andere als Flüssigkeitsschema bezeichnen, und gehe hiernach sogleich zur Beschreibung des neuen Metallschemas über. In demselben (Fig. 2) ist die Thonröhre durch eine Glasröhre ersetzt, welche zwei Paare einander diametral gegenüberstehende, aber seitlich gegen einander verschobene kurze vertikale Ansatzröhren trägt und an ihren Enden (ff) durch Korke

Fig. 2.

verschlossen ist. Letztere dienen zugleich als Befestigungspunkte und Träger eines die Mitte der Röhrenlichtung durchziehenden 1,5 mm dicken amalgamirten Zinkstabes (zz). Beim Versuche ist die Glasröhre an einem ihrer Enden in horizontaler Lage so festzustellen, dass von den vertikalen Ansatzröhren das eine Paar nach aufwärts, das andere nach abwärts gekehrt ist. Hierauf ist jede der beiden freien Mündungen (m m,) des unteren Röhrenpaares mittels Korken, welche von kurzen amalgamirten Zinkstiften durchbohrt werden, wasserdicht zu verstopfen und von dem oberen Röhrenpaare aus vorerst der gesammte Innenraum der Hauptröhre, sowie aller vier Nebenröhren vollständig mit neutraler concentrirter Zinkvitriollösung anzufüllen. Endlich werden mit Korkringen versehene amalgamirte Zinkstifte auch in die oberen Ansatzröhren (e e') eingesenkt und nunmehr die oberen beiden Stifte mit dem Gyrotropen einer 26gliedrigen Zinkkohlenbatterie, die unteren beiden mit den Windungen eines empfindlichen Galvanometers leitend verbunden. Bringt man jetzt die Kette zum Schlusse, so erfolgen Ausschläge der Magnetnadel, welche ihr Zeichen mit der Gyrotropenstellung wechseln und bezüglich ihrer Richtung sich wie die Elektrotonusströme des lebenden Nerven verhalten, d. h., das Galvanometerende m, wird positiv elektrisch, wenn der Strompol e, der Anode, negativ elektrisch, wenn er der Kathode entspricht. Ablenkungen von erheblich geringerem Betrage und mit umgekehrtem Zeichen treten dagegen auf, wenn man das allogene Metallschema durch Entfernung des Zinkstabes in einen homogenen Leiter verwandelt. Das neue Metallschema bestätigt also die Aussage des älteren Thonröhrenschemas im ganzen Umfange; es ist mithin ganz allgemein bewiesen, dass auch an unpolarisirbaren Metallschematen die elektrotonoide Stromschleifenbildung zur Beobachtung gelangt, und

zwar in verhältnissmässig grosser Entfernung von den Kettenpolen, da in dem geschilderten Versuch der Abstand m, e, 15 mm betrug, während die Spannweiten ee, und mm, je 34 mm mass. Die zweite Form allogener Leiter, das Flüssigkeitsschema, zu dessen Besprechung wir jetzt übergehen wollen, besitzt ein noch grösseres Interesse als die erste, weil es den normalen Verhältnissen des lebenden Nerven im allgemeinen besser angepasst erscheint. In der neuen Gestalt, welche ich ihm ertheilt habe, begegnen wir der Thonröhre als Grundlage der ganzen Vorrichtung wieder, dagegen nicht mehr dem axialen mit Kochsalzlösung durchtränkten Faden. Statt seiner findet sich in dem centralen Kanal eine aus reiner Kochsalzlösung bestehende Füllung. Um letztere bequem einführen und jederzeit nach Bedürfniss wieder entfernen zu können, sind über beide freien Enden der in horizontaler Stellung fixirten Thonröhre zwei Kautschukschläuche hinweggezogen, von denen der eine in ein leeres Gefäss herabhängt, der andere in ein mit destillirtem Wasser gefülltes Becken eintaucht. Dabei ist wohl zu beachten, dass man die Mündung des ersten Schlauchs stets in einem tieferen Niveau einzustellen hat als diejenige des zweiten. Denn der Zweck der Vorkehrung besteht darin, durch ein einmaliges Ansaugen am ersten Schlauche einen continuirlichen Wasserstrom nach dem Principe des Hebers von dem gefüllten Becken zu dem leeren Sammelgefäss hervorzurufen. Selbstverständlich verwandelt sich die Thonröhre unter diesen Umständen infolge der unvermeidlichen Durchtränkung ihrer Masse mit Wasser in einen feuchten homogenen Leiter, dessen Verhalten zur Stromschleifenbildung leicht geprüft werden kann, sobald man zwei an einem horizontalen Stabe verschieblich angebrachte unpolarisirbaren Elektrodenpaare mit ihren ebenfalls gewässerten Thonspitzen seinem Umfange anlegt und das eine Elektrodenpaar, wie vorhin, mit einer 26gliedrigen Zinkkohlenbatterie, das andere mit einem Galvanometer in Verbindung bringt. Befinden sich die Galvanometerelektroden auf derselben Seite der cylindrischen Thonröhre, wie die Kettenelektroden, so entstehen nach Schliessung des Batteriestromes bei einem seitlichen Abstande beider von 10—11 mm deutliche Ablenkungen der Galvanometernadel im Sinne des Elektrotonus, befinden sich die zwei Elektrodenpaare aber bei unverändertem seitlichem Abstande auf den Gegenseiten des Leiters in Opposition zu einander, so zeigt das Galvanometer die umgekehrte Stromesrichtung an. Kurz

es wechselt das Zeichen der Stromschleifen mit dem Lageverhältniss der Galvanometerelektroden zur Cylinderachse gemäss dem oben entwickelten Principe der Stromschleifenbildung in feuchten homogenen Leitern. Nachdem man sich hiervon zur Genüge überzeugt hat, handelt es sich weiter darum, den bis dahin homogenen Leiter in einen allogenen zu verwandeln und die Galvanometerversuche an diesem zu wiederholen. Hierzu ist nur erforderlich, das Steigrohr unseres Schlauchhebers mit Vermeidung jeglichen Luftzutritts aus dem Wasserbecken in ein anderes mit 1 % oder $^1/_2$ % Kochsalzlösung gefülltes überzuheben. Die Verdrängung des axialen Wasserstromes durch einen Strom von Kochsalzlösung erfolgt der Versuchseinrichtung entsprechend sehr rasch, und in demselben Moment ist auch die gewünschte Construction eines allogenen Leiters vollendet, da die axiale Kochsalzlösung besser leitet als das die Cylinderwand durchtränkende destillirte Wasser. Nehmen wir jetzt die Galvanometerversuche von Neuem auf, so fällt es nicht schwer zu erkennen, dass die Stromschleifenbildung neben den Kettenpolen ihren Charakter verändert hat, überall einsinnige Richtung zeigt, d. h. mit derjenigen des Elektrotonus genau übereinstimmt. Eine besonders schlagende Wirkung gewinnt der Versuch, wenn man bei opponirter Elektrodenstellung den Flüssigkeitswechsel während der elektrischen Durchströmung und bei geschlossenem Galvanometerkreise vornimmt. Sehr deutlich stellt sich hierbei heraus, dass im Augenblicke der Verdrängung des in der Cylinderachse fliessenden destillirten Wassers durch die Kochsalzlösung der in dem Galvanometerbogen bereits kreisende Stromarm eine Umkehr erleidet, seine alte Richtung jedoch wieder gewinnt, wenn die Kochsalzlösung ihrerseits durch destillirtes Wasser ersetzt wird. Mit dem neuen Flüssigkeitsschema ist nebenher also noch die Möglichkeit gegeben, einen homogenen Leiter mit grosser Schnelligkeit und Präcision in einen allogenen umzuwandeln, ebenso rasch die Rückverwandlung des allogen gemachten in einen homogenen zu bewirken und diesen Metamorphosirungsprocess beliebig oft zu wiederholen.

Ganz abgesehen von diesen praktischen dem Experimente selbst zugutekommenden Vortheile besitzt das Flüssigkeitsschema in seiner gegenwärtigen Gestalt aber auch eine hervorragende theoretische Bedeutung. Denn es lässt sich mittels desselben strenge beweisen, dass die elektrotonoide Stromschleifen-

bildung der allogenen Leiter von der Art des Widerstandverhältnisses zwischen Hülle und Kern und nicht, wenigstens nicht in erster Reihe, von eventuellen Polarisationsvorgängen an den Grenzflächen ihrer Componenten abhängt.

Der erste Theil dieses Satzes folgt unmittelbar aus der Beobachtung, dass die zum Multiplikatordraht in mm übertretenden Stromantheile bei unveränderten Distanzverhältnissen der Galvanometer- und der Kettenpole an Intensität gewinnen, wenn die Concentration der axialen Kochsalzlösung zunimmt, d. h. wenn der Quotient $\frac{hw}{Kw}$ wächst, worin hw den Leitungswiderstand der Hülle, Kw denjenigen des Kerns ausdrückt. Wir sehen daher die Ablenkung der Magnetnadel eine Steigerung erfahren, wenn wir der Thonröhre unseres Schemas statt $^1/_2$%iger Kochsalzlösung 1 oder mehrprocentige zuführen.

Der zweite Theil unseres Lehrsatzes ergiebt sich ebenfalls aus dem directen Versuch, und zwar aus der Thatsache, dass ein allogenes Flüssigkeitsschema, in welchem die poröse Hülle die besserleitende Kochsalzlösung, der Achsenkanal dagegen das schlechtleitende destillirte Wasser enthält, stets nur Stromschleifenbildung im Sinne des homogenen Leiters wahrnehmen lässt, und hierzu kommt noch, dass die ganze Anlage des Versuchs an und für sich schon das Stattfinden von Polarisationen so gut wie ausschliesst. Denn weder ist die Grenzfläche von Wasser und $^1/_2$—1 % Kochsalzlösung überhaupt geeignet solche in merklichem Grade zu entwickeln, noch würde die Strombewegung der Achsenflüssigkeit denselben günstig sein.

Allgemein folgt aber aus dem Gesagten, dass von einem rein polarisatorischen Ursprung der elektrotonischen Stromschleifen nie und nimmer die Rede sein kann. Die Polarisation ist vielmehr zunächst eine Consequenz der Stromschleifenbildung und wird erst nachträglich ein wichtiges Beförderungsmittel der letzteren, wie ich dies bei früheren Gelegenheiten schon wiederholt auseinandergesetzt habe. Als erste und fundamentale Ursache der Elektrotonusströme ist lediglich die vorhin charakterisirte Differenz der elektrischen Leitungswiderstände in Kern und Hülle anzusprechen. Wenn die Formeln eines hervorragenden Mathematikers [1]) hiermit nicht

1) Dies Archiv 1872, Bd. VI, p. 338 u. fg.

übereinstimmen, sondern die Anschauung begünstigen, dass auch bei gleichem Leitungsvermögen von Hülle und Kern eine elektrotonoide Stromschleifenbildung in allogenen Leitern möglich sei, falls nur an den Grenzflächen der ineinander geschobenen Substanzen ein Uebergangswiderstand durch Polarisation zur Entwicklung gelangen könne, so hat sich eben die Rechnung unzureichend erwiesen den complicirten thatsächlichen Verhältnissen gerecht zu werden[1]). In Wirklichkeit sind denn auch sämmtlichen von mir und von anderen ersonnenen Vorrichtungen zur Nachahmung des Elektrotonus mit oder ohne bewusste Absicht Leitercombinationen zur Unterlage gegeben worden, in welcher das Leitungsvermögen des Kerns stets dasjenige der Hülle mehr weniger übertrifft. Ist aber erst durch das Experiment bewiesen worden, sowohl dass nur bei Erfüllung der letztgenannten Bedingung das Schema seinem Zwecke entspricht, als auch, dass nicht das Vorhandensein oder Fehlen der Polarisation hierbei als das ausschlaggebende Moment angesehen werden kann, so muss ferner geschlossen werden, dass auch die Elektrotonusströme der lebenden Nerven, als rein physikalische Erscheinung aufgefasst, nach dem gleichen Principe zu erklären sind, und muss folglich dem axialen Kerne der Nervenfasern ein besseres Leitungsvermögen als den peripheren Umhüllungen zuerkannt werden, gleichgültig ob die Nerven den markhaltigen oder den marklosen Arten angehören.

Ueber den Unterschied in der Farbenempfindung bei Reizung der Netzhaut an einer und an mehreren Stellen zu gleicher Zeit.

Von

Professor **W. Dobrowolsky** in St. Petersburg.

E. Fick[2]) hat die Beobachtung gemacht, dass wenn er mit einer feinen Nadel ein Loch (von 0,6 mm Durchmesser) in einen Pappdeckel machte und hinter dasselbe ein farbiges Papier brachte,

1) Ueber die Construktion und das elektrische Verhalten allogener Flüssigkeitsschematen, in welchen Kern und Hülle gleiches elektrisches Leitungsvermögen besitzen, zwischen Kern und Hülle aber Polarisation stattfindet, werde ich bei einer andern Gelegenheit berichten.

2) Dies Archiv Bd. XVII, S. 152.

welches er hell beleuchtete, es seinem Auge fast nie gelang in einer Entfernung von $6^1/_2$ m die Farbe des hinter dem Loche befindlichen Papiers zu unterscheiden. Sobald er aber in der Pappe 16 Löcher machte, sogar von kleinerem Durchmesser (0,47 mm) in einem Abstande von 20 mm von einander, welche folgende Figur bildeten:

• • • •

• • • •

• • • •

• • • •

so konnte er deutlich die Farbe des Papiers in einer Entfernung von $6^1/_2$ m unterscheiden.

Im ersten Falle erschien das eine Loch in der Pappe dem Beobachter unter einem Gesichtswinkel von 19 Secunden, während im zweiten (bei 16 Löchern) unter einem Winkel von 15 Secunden. Noch überraschender war der Versuch, wenn der Abstand des Beobachters vom Object bis auf 9 m vergrössert wurde. In diesem Falle wurde die eine Oeffnung vom Auge des Beobachters unter einem Winkel von 14,3 Secunden gesehen, jede von den 16 Oeffnungen jedoch unter einem Winkel von 10,8 Secunden. Aus diesen Versuchen zog Fick den Schluss, dass bei 16 Löchern im Schirme, ungeachtet dessen, dass auf der Netzhaut des Beobachters 16 vollständig von einander getrennte Bilder erzeugt werden, letztere dennoch bei Erzeugung einer Farbenempfindung einander unterstützen.

Da der Schluss Fick's unbedingt allgemeines Interesse erregen muss, so wiederholte ich seine Versuche mit einigen Variationen. Eine Wiederholung derselben hielt ich für um so nothwendiger, als für die Versuche Fick's eine andere Erklärung für möglich erschien, nämlich: wenn das Auge die Farbe der 16 Löcher in einer weiteren Entfernung erkennen kann, als die des einen Loches im Schirme, so konnten dabei Zerstreuungskreise eine bedeutende Rolle mitspielen.

Bei Ausführung meiner Versuche traf ich die nöthigen Vorsichtsmaassregeln: alle Löcher in der Pappe waren gleichmässig beleuchtet, wobei nach Möglichkeit fremdes Licht abgehalten

wurde, so dass das Auge nur farbiges Licht erhielt, wie durch das eine, so auch durch die in der Pappe befindlichen 16 Löcher, welche ebenso angeordnet waren, wie bei Fick's Versuchen.

Um Farben von verschiedener Lichtstärke zu erhalten, gebrauchte ich farbiges Papier von verschiedenen Nüancen, und ausserdem farbige Gläser von verschiedener Sättigung, welche in speciell dazu hergerichtete Schirme gesetzt, und darauf mit Pappe bedeckt wurden, die ein Loch, oder deren 16 enthielt. Die Löcher in der Pappe waren alle von gleicher Grösse (0,725 mm), um Gleichheit der Bedingungen zu erhalten. Ich machte Versuche mit verschiedenen Farben, mit Roth, Grün, Blau, und erhielt bei allen analoge Resultate:

1) Mir ist es keinmal gelungen, einen so grossen Unterschied zu erhalten, wie ihn Fick bekam, bei einem Abstande von 20 mm zwischen den einzelnen Löchern. Den grössten Unterschied erhielt ich für Grün und Roth, unzweifelhaft deshalb, weil diese Farben bei meinen Versuchen die hellsten waren.

Für Grün betrug die äusserste Entfernung, auf welche das Auge die Farbe eines Loches erkennen konnte, $3^1/_4$ m, während sie für 16 Löcher $4^1/_8$ m betrug, was im ersten Falle einem Gesichtswinkel von 44,8 Secunden, im zweiten einem Winkel von 34,5 Secunden entspricht.

Für das hellste Roth, wenn sich nämlich hinter der Pappe ein farbiges Glas befand, betrug die grösste Entfernung 4 m für ein Loch, und $4^2/_8$m für 16 Löcher, was einem Gesichtswinkel von 37″,4 und 32″,6 entsprach. Für Blau, zugleich auch für Grün und Roth, wenn sie weniger hell waren, wurde entweder ein viel geringerer oder gar kein Unterschied erhalten. Der Umstand, dass hellere Farben einen grösseren Unterschied geben, wurde von Fick, obgleich ihm bekannt, bei seiner Schlussfolgerung nicht berücksichtigt, während doch dieser Umstand auf die Wahrscheinlichkeit hindeutet, dass das Auge die Farbe der 16 Löcher auf eine grössere Entfernung eben in Folge der Zerstreuungskreise erkennen kann.

2) Obgleich bei allen Versuchen bei einer Entfernung von 3—4 m das Auge die Löcher von 20 mm Abstand von einander deutlich getrennt sieht, so sieht es dieselben aber dennoch nicht in Gestalt runder Pünktchen, was in nächster Nähe der Fall zu sein pflegt, sondern in Gestalt sternförmiger Figuren, folglich in

Zerstreuungskreisen. Diese Kreise vergrössern sich im Verhältniss zur Entfernung des Beobachters von der Pappe. Es möge bemerkt werden, dass die Refraction meiner Augen normal ist, und die Gläser keinen merklichen Einfluss auf das Resultat der Versuche ausübten.

3) Um mich über die Rolle der Zerstreuungskreise zu überzeugen, verfertigte ich noch zwei Pappdeckel mit je 16 Löchern von gleicher Grösse, wobei der Abstand zwischen den einzelnen Löchern kleiner war, als bei Fick's Versuchen: auf der einen Pappe betrugen die Abstände 10 mm, auf der andern 5 mm.

Jetzt ergab sich bei allen Versuchen stets das gleiche Resultat:

„Je kleiner der Abstand zwischen den einzelnen Löchern, auf eine desto weitere Entfernung konnte das Auge die Farbe derselben erkennen.

In folgender Tabelle führe ich die äussersten Entfernungen an, auf welche das Auge die Farbe der Löcher erkennen konnte, zugleich folgt der zugehörige Gesichtswinkel:

	Für Grün		Für Roth	
	Entfernung in m.	Gesichtswinkel.	Entfernung in m.	Gesichtswinkel.
Für ein Loch	3¹/₈	44",8	4	34",4
Für 16 Löcher mit Abständen von 20 mm	4¹/₈	34",5	4²/₈	32",6
Für 16 Löcher mit Abständen von 10 mm	6²/₈	22",4	6	24",9
Für 16 Löcher mit Abständen von 5 mm	8	18",7	6²/₈	22",4

Wenn der Abstand zwischen den einzelnen Löchern 5 mm betrug, so war auf der äussersten Entfernung die Wirkung der Zerstreuungskreise so augenscheinlich, dass die Löcher dem Auge als ganz in Eins zusammengeflossen erschienen.

4) Dieselben Resultate ergaben sich auch mit kleinen Quadraten aus rothem Papier von der Grösse eines halben Centimeters. Ein solches Quadrat erschien dem Auge gefärbt nicht weiter als auf 6 m Entfernung. Sobald ich aber 16 solcher Quadrate, zu vieren in jeder Reihe, und in einem Abstande von 5 mm anwandte, so erschienen sie gefärbt, sogar auf 12 m Entfernung,

wobei aber die Zerstreuungskreise so gross waren, dass die Quadrate, mit einander verschmelzend, vier rothe Streifen darstellten. Als man den Abstand zwischen den Quadraten vergrösserte, so wurde damit auch die Entfernung geringer, in welcher sie dem Auge gefärbt erschienen.

Aus den oben angeführten Versuchen gelangte ich zum Schluss, dass 16 Löcher im Schirme auf eine weitere Entfernung gefärbt erschienen, als ein Loch, hauptsächlich in Folge dabei erscheinender Zerstreuungskreise. Wenn der Abstand zwischen den Löchern 5 mm beträgt, so beweist sich das Vorhandensein von Zerstreuungskreisen dadurch, dass die Löcher dem Auge als in Eins zusammengeflossen erscheinen. Sobald aber der Abstand zwischen den Löchern grösser ist, 10 oder 20 mm, so lässt sich der Einfluss der Zerstreuungskreise mit grösserer Wahrscheinlichkeit voraussetzen, 1) da die Oeffnungen in der Pappe nicht in Gestalt runder Punkte, sondern in Gestalt sternförmiger Figuren erscheinen; 2) je kleiner der Abstand zwischen den einzelnen Löchern, folglich je mehr Möglichkeit vorhanden ist, dass die Zerstreuungskreise eines Loches sich mit den Zerstreuungskreisen eines benachbarten Loches berühren können, um auf eine so grössere Entfernung erscheinen die Löcher farbig.

Obgleich ich den erwähnten Unterschied, welchen Fick und ich bei unseren Versuchen erhalten haben, hauptsächlich dem Einflusse der Zerstreuungskreise zuschreibe, so leugne ich dessen ungeachtet nicht die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit des Schlusses, welchen Fick zieht, dass nämlich die einzelnen Punkte der Netzhaut einander bei der Erzeugung einer Farbenempfindung unterstützen.

Ich stimme mit seinem Schlusse überein nur auf Grund anderer Thatsachen. Jedem Augenarzte ist es bekannt, dass die Sehschärfe mit beiden Augen oft grösser zu sein pflegt, als die Sehschärfe mit einem Auge; zuweilen ist der Unterschied ein so bedeutender, dass er $^1/_4$ erreicht und sogar mehr. Ausserdem überzeugte ich mich bei den oben angeführten Versuchen davon, dass die Löcher im Schirme auf eine weitere Entfernung farbig erscheinen, wenn ich mit beiden Augen sah, als in dem Falle, wenn ich das eine zudrückte. Das Gleiche beobachteten auch Andere, welche sich an meinen Versuchen betheiligten.

Aus diesen Thatsachen ergiebt sich, dass zwei schwächere

Empfindungen, von welchen jede einem Auge angehört, in eine verschmelzend, als Endresultat eine stärkere Empfindung geben, somit einander unterstützen. Aller Wahrscheinlichkeit nachkönnen wir denselben Schluss auch auf ein Auge anwenden, wenn die Netzhaut desselben an verschiedenen Stellen zu gleicher Zeit gereizt wird.

(Chem. Laboratorium der K. Thierarzneischule zu Hannover.)

Kurze Methode zur Bestimmung der Chloride im normalen und pathologischen Harne der Säugethiere und Menschen, in der Milch und in serösen Flüssigkeiten.

Von

Dr. **Carl Arnold.**

Habel und Fernholz, welche auf Pflüger's Veranlassung die Prüfung der verschiedenen Bestimmungsmethoden der Chloride im Harn unternommen hatten, waren die ersten welche nachwiesen, dass die Chlorbestimmungen im Harn ohne Veraschung desselben nach der Gay-Lussac'schen Methode stattfinden können. Veranlasst durch die Arbeit derselben (dies Archiv, Bd. XXIII) habe ich hierauf die Anwendbarkeit der Volhard'schen Methode der Silbertitrirung für normale Menschenharne geprüft und nachgewiesen. (Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. V. S. 81—93.) Die erhaltenen Resultate stimmten mit den aus der Harnasche, sowohl auf gewichtlichem Wege als nach der Volhard'schen Methode erlangten Resultaten so gut überein, dass im Menschenharn nur von ganz geringen Mengen solcher Verbindungen, welche neben Chloriden aus der salpetersauren Lösung gefällt werden, die Rede sein kann. Zweck der vorliegenden Arbeit war nun festzustellen, ob die Volhard'sche Methode auch bei dem Harn der Thiere solche gute Resultate gibt. Da an der hiesigen Anstalt sich stets eine grosse Anzahl kranker und in Genesung begriffener Haussäugethiere befindet, so stand mir reichliches Material zur Verfügung. Habel

und Fernholz haben in diesem Archiv, Bd. 23, die Anwendbarkeit der Gay-Lussac'schen Methode für normalen menschlichen Harn, ferner Habel in Bd. 24 für normalen Harn eines Hundes, zweier Meerschweinchen und Kühe, sowie eines Pferdes, schliesslich Firnig für pathologische Harne (Bd. 26) nachgewiesen. So befriedigend die erhaltenen Resultate nun sind, so hat die Methode doch anderseits den von mir schon a. a. O. betonten Nachtheil, äusserst zeitraubend und ermüdend zu sein, welche Ansicht auch von andern Seiten getheilt wird. Schon die Thatsache, dass bei der Gay-Lussac'schen Methode mindestens zwei Versuche angestellt werden müssen, dürfte der Volhard'schen Methode den Vorzug einräumen. Die Volhard'sche Methode der Silbertitrirung mit Schwefelcyanammonium (Separatabdruck aus Liebig's Annalen. Leipzig 1878. Winter's Verlag) ist so rasch auszuführen, dass sie mit Recht den Vorzug vor allen andern Methoden verdient. Indem ich betreffs der Details dieser Methode auf die Originalabhandlung verweise, führe ich hier nur die Manipulationen an, die sich unter vielen Versuchen für Harn am besten erwiesen und nach denen alle folgenden Bestimmungen ausgeführt sind.

„In einem 100 ccm Kölbchen werden 10 ccm Harn mit 20—30 Tropfen officineller Salpetersäure (spec. Gew. 1,185) versetzt (oder die entsprechende Menge Harnbarytlösung mit der Hälfte Salpetersäure mehr), hierauf 2 ccm Eisenammonalaunlösung und 10—15 Tropfen einer 8—10 %igen Kaliumpermanganatlösung zugesetzt. Nachdem die entstandene dunkle Färbung verschwunden ist, was meist in einigen Minuten der Fall ist (ausserdem erhitzt man bis zum Verschwinden der Färbung), lässt man so lange $^1/_{10}$ Normalsilberlösung (1 ccm = 0,00355 Chlor = 1 ccm Rhodanlösung) zufliessen, bis ein von Zeit zu Zeit einfliessender Tropfen Rhodanlösung (aus der bereits abgelesenen Burette) nicht mehr langsam sondern sofort verschwindet, wodurch der genügende Silberzusatz leicht zu erkennen ist. (Anderseits kann man auch durch kräftiges Umschwenken des Kolbens ein rasches Absetzen und Klarwerden der Flüssigkeit bewirken und dann leicht erkennen, ob ein an der Wandung des Kölbchens herabfliessender Tropfen Silberlösung noch weitere Fällung von Chlorsilber hervorbringt.) Hierauf füllt man bis zur Marke mit destillirtem Wasser auf und filtrirt 50 ccm durch ein trocknes Filter in ein bereitstehendes trockenes (oder mit etwas der Flüssigkeit vorher auszuspülendes)

Massfläschchen. Die erhaltenen 50 ccm giesst man in ein Becherglas, spült das Massfläschchen mehrmals mit destillirtem Wasser nach und titrirt mit Rhodanlösung bis zur ersten wahrnehmbaren Röthung."

Die Resultate werden natürlich noch etwas genauer, wenn man 80 ccm des Filtrats verwendet. Ich habe die Bestimmungen stets mit 50 ccm des Filtrats vorgenommen, weil ich dann noch jedesmal eine (im Nachstehenden nicht angeführte) Bestimmung in weiteren 25 ccm des Filtrats zur Kontrolle ausführen konnte. Hierdurch, sowie durch Anwendung von feiner wie in $^1/_{10}$ ccm getheilten Büretten, wären die Resultate wohl die gleichen wie bei der Veraschung geworden, ich strebte jedoch, das ganze Verfahren dem der Praxis möglichst anzupassen.

Die Harnasche wurde nach Habel und Fernholz dargestellt, indem jedesmal 10 ccm Harn mit 2,0 g Salpeter und 3 g Soda im Wasserbade zur Trockne verdampft und hierauf vorsichtig verascht wurden. Bei Pferdeharn, sowie bei eiweisshaltigen Flüssigkeiten findet leicht Verpuffung statt, wesshalb dann, nach Pflüger's Vorschlag, (Versuch IX. 3) reiner Quarzsand zugesetzt wurde. Da die das Ende der Reaktion beim Titriren anzeigende Röthung in Folge des entstehenden Rhodaneisens durch salpetrige Säure verzögert, bez. verhindert wird, so ist die erhaltene Schmelze, nachdem sie mit heissem Wasser in das 100 ccm Kölbchen gespült, und durch tropfenweisen Zusatz von Salpetersäure gelöst und stark sauer gemacht ist, solange zu erhitzen, bis keine rothen Dämpfe mehr entweichen. Hierauf wird die Lösung mit der nöthigen Anzahl ccm Silberlösung versetzt durch Einstellen in kaltes Wasser abgekühlt, dann mit destillirtem Wasser zur Marke aufgefüllt und weiter wie oben angegeben verfahren.

Auch im Harn, der einige Tage gestanden hat, muss man sich von der Abwesenheit salpetriger Säure überzeugen, indem man eine Probe Harn mit etwas Salpetersäure und Eisenammonalaunlösung versetzt und beobachtet, ob beim Zusatze eines Tropfen Rhodanlösung eine Röthung entsteht. Im andern Falle ist die salpetrige Säure durch Aufkochen des mit Salpetersäure versetzten Harns zu entfernen und erst nach dem Erkalten zu titriren, da durch Salpetersäure in der Wärme die Rhodanwasserstoffsäure oxydirt und die Farbe des Eisenrhodanids zerstört wird.

I. Versuche mit Hundeharn.

Die Hunde befanden sich in eisernen Käfigen in den geheizten Räumen des Hundespitals. Der Harn wurde in besonders geeigneten Käfigen durch Röhren oder beim Harnen der Hunde im Hofe durch untergehaltene Gefässe aufgefangen. Sämmtliche Thiere dieser Reihe erhielten das im Spitale übliche Futter bestehend aus Fleischabfällen und Reis.

A. Bernhardiner. Exanthem.

1. 10 ccm Harn mit 30 Tr. Salpetersäure und hierauf mit 20 ccm Silberlösung versetzt, erfordern in 50 ccm Filtrat 0,9 Rhodanlösung. Verbraucht (20 — 1,8) 18,2 ccm Silber = 0,0646 = 0,646 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleonlösung, Entfärbung nach 3 Minuten. Zusatz von 24 ccm Silber, 50 ccm Filtrat erfordern 3 ccm Rhodanlösung. Verbrauch (24—6) 18 ccm Silber = 0,0639 = 0,639 % Chlor.

3. Versuch wie in 2 mit 15 Tr. Chamäleonlösung. Resultat wie in 2.

4. Versuch wie in 2 mit 20 Tr. Chamäleon. Entfärbung tritt erst nach kurzem Erwärmen ein. Verbraucht (20 — 1,0 × 2) 18 ccm Silber = 0,0639 = 0,639 % Chlor.

5. 20 ccm Harnbarytlösung = 10 ccm Harn werden mit Salpetersäure stark sauer gemacht (45 Tropfen) und wie in 2. verfahren. Verbraucht (20—1,0 × 2) 18 ccm Silber.

6. Die Asche von 10 ccm Harn nach Habel und Fernholz wie oben erwähnt erhalten und gelöst, erfordert (20 — 0,95 × 2) 18,1 ccm Silber = 0,0642 = 0,642 % Chlor.

B. Dogge. Athemnoth.

1. 10 ccm Harn mit 30 Tr. Salpetersäure und 15 ccm Silberlösung versetzt und wie in allen Versuchen auf 100 ccm verdünnt, erfordern in 50 ccm Filtrat 6,4 ccm Rhodanlösung. Demnach verbraucht (15 — 6,4 × 2) 2,2 ccm Silber = 0,0078 = 0,078 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (15 — 6,5 × 2) 2,0 ccm Silber = 0,0071 = 0,071 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbarytlösung = 10 ccm Harn wie in A 5 behandelt, erfordern (10 — 3,95 × 2) 2,0 ccm Silber = 0,00770 = 0,0770 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (10 — 4,05 × 2) 1,9 ccm Silber = 0,00674 = 0,0674 % Chlor.

C. Grosser Schlachterhund. Bastard. Am Hinterfusse verwundet.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (20 — 5,3 × 2) 9,4 ccm Silber = 0,0333 = 0,333 % Chlor.

2. 10 ccm Harn wie in B 2 behandelt, erfordern (20 — 5,8 × 2) 8,4 ccm Silber = 0,0298 = 0,298 % Chlor.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure und 18 Tr. Chamäleon. Färbung entfernt durch Erwärmen und Zusatz von einigen Tropfen Oxalsäurelösung,

da der Harn nach 10 minutenlangem Stehen noch roth gefärbt war. Verbraucht (20 — 5,4 × 2) 9,2 ccm Silber = 0,0326 = 0,326 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbarytlösung = 10 ccm Harn wie in A 5 behandelt, erfordern (20 — 5,8 × 2) 8,4 ccm Silber = 0,0298 = 0,298 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (20 — 5,75 × 2) 8,5 ccm Silber = 0,03017 = 0,3017 % Chlor.

D. Windhund. Gesund.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (9,2 — 2,85 × 2) 3,5 ccm Silber = 0,01242 = 0,1242 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (8,2 — 2,5 × 2) 3,1 ccm Silber = 0,0110 = 0,110 % Chlor.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 20 Tr. Chamäleon. Nachdem binnen 5 Minuten noch Rothfärbung vorhanden war, wurde bis zum Eintritt der Entfärbung erhitzt. Verbraucht (8,2 — 2,55 × 2) = 3,1 ccm Silber = 0,0110 = 0,110 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbarytlösung = 10 ccm Harn wie in A 5 behandelt, erfordern (8,2 — 2,5 × 2) 3,2 ccm Silber = 0,0113 = 0,113 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (8,2 — 2,55 × 2) = 3,1 ccm Silber = 0,0110 = 0,110 % Chlor.

E. Jagdhund. Dyspepsie.

Die Chlorsilberniederschläge wurden nicht, wie bei obigen Versuchen sofort oder nach kurzer Zeit, sondern erst nach zweistündigem Stehen abfiltrirt.

1. 10 ccm Harn. 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (27 — 1,8 × 2) 23,4 ccm Silber = 0,08307 = 0,8307 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (27,3 — 1,9 × 2) 23,5 ccm Silber = 0,08342 = 0,8342 % Chlor.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 20 Tr. Chamäleon. Bis zur Entfärbung, nachdem vorher 10 Minuten gestanden, erwärmt. Verbraucht (27 — 1,8 × 2) 23,4 Silber = 0,08307 = 0,8307 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbarytlösung = 10 ccm Harn wie in 3. behandelt, erfordern (28 — 2,3 × 2) 23,4 ccm Silber = 0,08307 = 0,8307 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (27 — 1,65 × 2) 23,7 ccm Silber = 0,08413 = 0,8413 % Chlor.

F. Bulldogge. Gesund. Fütterung nur mit Pferdefleisch.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (23 — 0,6 × 2) 21,8 ccm Silber = 0,07739 = 0,7739 % Chlor.

Der Endpnnkt ist kaum zu erkennen, die Röthung verschwindet nach einigen Sekunden immer wieder.

2. 10 ccm Harn, 15 Tr. Chamäleon, 30 Tropfen Salpetersäure. Erwärmt. Verbraucht (23 — 1,35 × 2) 20,3 ccm Silber = 0,07206 = 0,7206 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn, wie in 2 behandelt, erfordern (27 — 3,4 × 2) 20,2 ccm Silber = 0,07171 = 0,7171.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (23 — 1,35 × 2) 20,3 ccm Silber = 0,07206 = 0,7206 % Chlor.

II. Versuche mit Pferdeharn.

Der Harn wurde im angehängten Harnbeutel aufgefangen.

A. Dämpfiges Pferd.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (20 — 1,50 × 2) 17 ccm Silber = 0,06035 = 0,6035 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (20 — 1,7 × 2) 16,6 ccm Silber = 0,05893 = 0,5893 % Chlor.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Verbraucht (20 — 1,85 × 2) 16,3 ccm Silber = 0,05786 = 0,5786 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbarytlösung wie in 3 behandelt, erfordern (21 — 2,3 × 2) 16,4 ccm Silber = 0,05822 = 0,5822 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (20 — 1,8 × 2) = 16,4 ccm Silber = 0,05822 = 0,5822 % Chlor.

B. Pferd mit Dummkoller.

10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (30 — 0,9 × 2) 28,2 ccm Silber = 0,10011 = 1,0011 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon erfordern (33 — 2,5 × 2) 28 ccm Silber = 0,0994 = 0,994 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbarytlösnng = 10 ccm Harn wie in 2. behandelt, erfordern (30 — 1,0 × 2) 28 ccm Silber = 0,0994 = 0,994 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (30 — 1,1 × 2) 27,8 ccm Silber = 0,09869 = 0,9869 % Chlor.

C. Pferd mit Kolik.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (26 — 1,75 × 2) 22,5 ccm Silber = 0,07987 = 0,7987 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Verbraucht (26 — 1,6 × 2) 22,8 ccm Silber = 0,08094 = 0,8094 % Chlor.

3. 10 ccm Harn, 60 Tr. Salpetersäure, 30 Tr. Chamäleon. Verbraucht (26 — 1,6 × 2) 22,8 ccm Silber = 0,08094 = 0,8094 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (26 — 1,7 × 2) = 22,6 ccm Silber = 0,08023 = 0,8023 % Chlor.

D. Gesundes Pferd.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (20 — 0,5 × 2) 19 ccm Silber = 0,06745 = 0,6745 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Verbraucht (20 — 0,7 × 2) 18,6 ccm Silber = 0,06603 = 0,6603 % Chlor.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 30 Tr. Chamäleon. Erwärmt bis zum farblos werden. Verbraucht (20 — 0,7 × 2) 18,6 ccm Silber = 0,06603 = 0,6603 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbarytlösung = 10 ccm Harn wie in A. 5 behandelt, erfordern (20 — 0,7 × 2) 18,6 ccm Silber = 0,06603 = 0,6603 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (20 — 0,65 × 2) 18,7 ccm = 0,06638 = 0,6638 % Chlor.

III. Versuche mit Schafharn.

A. Gesundes Mutterschaf.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (33 — 1,1 × 2) 30,8 ccm Silber = 0,10934 = 1,0934 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 20 Tr. Chamäleon. Erwärmt bis zum Klarwerden der Flüssigkeit. Verbraucht (33 — 1,1 × 2) 30,8 ccm Silber = 0,10934 % = 1,0934 Chlor.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (33 — 1,15 × 2) 30,7 ccm Silber = 0,10898 = 1,0898 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn erfordern (33 — 1,1 × 2) 30,8 ccm Silber = 0,10934 = 1,0934 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (33 — 1,1 × 2) 30,8 ccm Silber = 0,10934 = 1,0934 % Chlor.

B. Gesundes männliches Schaf.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (40 — 1,1 × 2) 37,8 ccm Silber = 0,13419 = 1,3419 % Chlor.

Der Endpunkt ist durch die auftretende Braunfärbung infolge des Eisenalaunzusatzes nur schwer zu erkennen.

2. 10 ccm Harn erfordern 40 Tr. Salpetersäure und allmähligen Zusatz von 35 Tr. Chamäleon, um nach fortgesetztem Erhitzen eine weingelbe gefärbte Flüssigkeit zu erhalten. Verbraucht (41 — 1,6 × 2) 37,8 ccm Silber = 0,13419 = 1,3419 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn wie in 2 behandelt, erfordern (43 — 2,7 × 2) 37,6 ccm Silber = 0,13348 = 1,3348 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (40 — 1,2 × 2) 37,6 ccm Silber = 0,13348 = 1,3348 % Chlor.

IV. Versuche mit normalem Katzenharn.

A. Mischharn von 3 Katern. Futter Pferdefleich.

1. 10 ccm Harn, 30 ccm Salpetersäure. Verbraucht (17 — 6 × 2) 5 ccm Silber = 0,01775 = 0,1775 % Chlor. Beim Ansäuren des Harn findet Abscheidung von Schwefel statt. Der Silberniederschlag wurde nach einigen Sekunden schwarzbraun.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Verbraucht (10 — 3,7 × 2) 2,6 ccm Silber = 0,00923 = 0,0923 % Chlor. Silberniederschlag weissbleibend.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 20 Tr. Chamäleon. Da die Mi-

schung nach 5 Minuten nicht hell wurde, so wurde erwärmt. Hierbei entstand eine klare, rothe Lösung, die auf Zusatz von weiteren 2 Tropfen Chamäleon fast farblos wurde. Verräraucht (10 — 3,7 × 2) 2,6 ccm Silber = 0,00923 = 0,0923 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn, nach dem Ansäuern wie 3 behandelt, verbrauchen (8 — 2,7 × 2) 2,6 ccm. Silber = 0,00923 = 0,023 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (7 — 2,15 × 2) 2,7 ccm Silber = 0,00958 = 0,0958 % Chlor.

B. Mischharn von 3 Katern. Futter Pferdefleich und Milch.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verhalten der Mischung nach dem Säure- und Silberzusatz wie bei A. 1. Verbraucht (10 — 2,5 × 2) 5 ccm Silber = 0,01775 = 0,1775 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Der hierauf durch die Silberlösung erhaltene Niederschlag färbt sich bald bräunlich. Verbraucht (8 — 2,4 × 2) 3,2 ccm Silber = 0,01136 = 0,1136 % Chlor.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Da die Färbung durch Chamäleon nach 5 Minuten nicht verschwindet, wird die Flüssigkeit erhitzt. Der durch die Silberlösung entstehende Niederschlag ist rein weiss. Verbraucht (5 — 1,0 × 2) 3 ccm Silber = 0,01065 = 0,1065 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn wie 3 behandelt, erfordern (7 — 2 × 2) 3 ccm Silber = 0,01065 = 0,1065 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (9 — 3,0 × 2) 3 ccm Silber = 0,01065 = 0,1065 % Chlor.

C. Mischharn von 3 Katern. Futter nur Milch.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verhalten der Mischung nach dem Silberzusatz wie bei A. 1. Verbraucht (8 — 0,1 × 2) 7,8 ccm Silber = 0,02764 = 0,2764 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Färbung geht nach gelindem Erhitzen in weingelb über. Verbraucht (10 — 1,95 × 2) 6,1 ccm Silber = 0,02165 = 0,2165 % Chlor.

3. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Die Farbe ist nach dem Erwärmen blutroth, geht aber auf Zusatz von noch 2 Tr. Chamäleon in weingelb über. Verbraucht (9 — 1,45 × 2) 6,1 ccm. Silber = 0,02165 = 0,2165 % Chlor.

4. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn mit 45 Tr. Salpetersäure und 10 Tr. Chamäleon versetzt und erwärmt, erfordern (10 — 2 × 2) 6 ccm = 0,02130 = 0,2130 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (10 — 2 × 2) 6 ccm = 0,02130 = 0,2130 % Chlor.

V. Versuche mit normalem Ziegenharn.

A. Männliche Ziege. Heufütterung.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (32 × 1,85 + 2)28,3 ccm Silber = 0,10046 = 1,0046 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (32 — 1,9 + 2) 28,2 ccm Silber = 0,10011 = 1,0011 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn erfordern (30 — 0,9 × 2) 28,2 ccm Silber = 0,10011 = 1,0011 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (31 — 1,4 × 2) 28,2 ccm Silber = 0,10011 = 1,0011 % Chlor.

B. Weibliche Ziege.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (29,30 — 11,15,15 × 2) 7 ccm Silber = 0,02485 = 0,2485 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Erwärmt bis zum Verschwinden der Röthung. Verbraucht (20 — 6,5 × 2) 7 ccm Silber = 0,02489 =0,2485 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn, 45 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon erfordern (10,15 — 1,6 × 2) 6,95 ccm Silber = 0,02467 = 0,2467 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (10,2 — 1,6 × 2) 7 ccm Silber = 0,02485 = 0,2485 % Chlor.

VI. Versuche mit normalem Kaninchenharn.

A. Mischharn von 6 Kaninchen. Fütterung mit Küchenabfällen.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (36 — 1,5 × 2) 33 ccm Silber = 0,11715 = 1,1715 % Chlor.

Der Endpunkt ist in Folge der nach dem Eisenzusatz eingetretenen Röthung nur schwer zu erkennen.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Erhitzt bis zum Verschwinden der Röthung. Verbraucht (36 — 1,9 × 2) 32,2 ccm Silber = 0,11431 = 1,1431 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn, 45 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Verbraucht (36 — 1,9 × 2) 32,2 ccm Silber = 0,11431 = 1,1431 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (36 — 1,8 × 2)32,4 ccm Silber = 0,11502 = 1,1502 Chlor.

B. Hungerharn von 12 Kaninchen.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (30 — 1,5 × 2) 28 ccm Silber = 0,09940 = 0,9440 % Chlor.

Endpunkt wie in A. 1. schwer zu erkennen.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Erhitzt. Verbraucht (30 — 1,2 × 2) 27,6 ccm Silber = 0,09798 = 0,9798 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Erhitzt. Verbraucht (30 — 1,2 × 2) 27,6 ccm Silber = 0,09798 = 0,9798 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (30 — 1,3 × 2) 27,4 ccm Silber = 0,09727 = 0,9727 % Chlor.

C. Mischharn von 12 Kaninchen. Futter. Küchenabfälle und Heu.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (28 — 0,8 × 2) 26,4 ccm Silber = 0,0937 = 0,937 % Chlor.

Endpunkt leicht zu erkennen.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (28 — 0,9 × 2) 26,2 ccm Silber = 0,09301 = 0,9301 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn, 40 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Verbraucht (30 — 1,85 × 2) 26,3 ccm Silber = 0,09336 = 0,9336 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (30 — 1,85 × 2) 26,3 ccm Silber = 0,09336 = 0,9336 % Chlor.

VII. Versuche mit Kuhharn.

A. Harn einer perlsüchtigen Kuh.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (36 — 2 × 2) 32 ccm Silber = 0,1136 = 1,136 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (34 — 1 × 2) 32 ccm Silber = 0,1136 = 1,136 % Chlor.

3. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (35 — 1,55 × 2) 31,9 ccm Silber = 0,1132 = 1,132 % Chlor.

B. Harn eines gesunden Ochsen.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (25 — 1,8 × 3) 21,4 ccm Silber.

2. 10 ccm Harn 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (24 — 1,3 × 2) 21,4 ccm Silber = 0,07597 = 0,7597 % Chlor.

3. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (24 — 1,35 × 2) 21,3 ccm Silber = 0,07561 = 0,7561 % Chlor.

VIII. Schweineharn, normaler.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (16 — 2,5 × 2) 11 ccm Silber = 0,03905 = 0,3905 % Chlor.

2 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Verbraucht (16 — 2,5 × 2) 11 ccm Silber = 0,03905 = 0,3905 % Chlor,

3. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (14 — 1,5 × 2) 11 ccm Silber = 0,03905 = 0,3905 % Chlor.

IX. Bauchhöhlenflüssigkeit eines Pferdes.

Dieselbe ist nach dem Filtriren röthlichgelb gefärbt und enthält reichliche Mengen von Globulinen und Serumalbumin.

1. 10 ccm der Flüssigkeit werden mit 30 Tr. Salpetersäure versetzt und der vom ausgeschiedenen Eiweiss getrübten Mischung 15 ccm Silberlösung zugesetzt. Hierauf wird nach dem Zusatze von 2 ccm Eisenammonalaunlösung auf 100 ccm verdünnt und in 50 ccm des Filtrats das überschüssige Silber mit Rhodanlösung bestimmt, wozu 2,6 ccm der letzteren nöthig sind. Demnach verbraucht (15 — 2,6 × 2) 9,8 ccm Silber = 0,03479 = 0,3479 % Chlor.

2. 10 ccm der Flüssigkeit, 30 Tr. Salpetersäure, 10 Tr. Chamäleon. Nachdem binnen 5 Minuten die Rothfärbung nicht verschwunden ist, wird die Mischung bis zur Entfärbung erhitzt. Verbraucht (12 — 1,1 × 2) 9,8 ccm Silber = 0,03479 = 0,3479 % Chlor.

3. Die Asche von 10 ccm der Flüssigkeit, unter Zusatz von 6 gr chlorfreien Sandes und Soda und Salpeter (Firnig, dies Archiv Bd. XXVI. 265) dargestellt, erfordert (13 — 1,6 × 2) 9,8 ccm Silber = 0,03479 = 0,3479 % Chlor.

X. Brusthöhlenflüssigkeit vom Pferde.

Dieselbe ist, nachdem sie vom abgeschiedenen Fibrin abfiltrirt ist, noch reich an Eiweissstoffen und Blut, tiefroth gefärbt und trübe.

1. 10 ccm der Flüssigkeit, 30 Tr. Salpetersäure wie in IX. 1. behandelt, erfordern (10 — 0,35 × 2) 9,3 ccm Silber = 0,033055 = 0,3305 % Chlor.

2. 10 ccm der Flüssigkeit, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon wie in IX. 2. behandelt, erfordern (12 — 1,4 × 2) 9,2 ccm Silber = 0,03266 = 0,3266 % Chlor.

3. Die Asche von 10 ccm der Flüssigkeit, wie in IX. 3. erhalten, erfordert (10 — 0,4 × 2) 9,2 ccm Silber = 0,03266 = 0,3266 % Chlor.

XI. Gallenstauungsflüssigkeit vom Ochsen.

Schleimige, schwerfiltrirende, schwarzgrüne Flüssigkeit, reich an Gallensäuren und Farbstoffen.

1. 10 ccm der Flüssigkeit, 30 Tr. Salpetersäure wie in IX. 1. behandelt, erfordern (11 — 1,7 × 2) 7,6 ccm Silber = 0,02698 = 0,2698 % Chlor.

Der Silberniederschlag ist sofort bräunlich und färbt sich rasch braunschwarz.

2. 10 ccm der Flüssigkeit, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon wie in IX. 2 behandelt erfordern (10 — 1,5 × 2) 7 ccm Silber = 0,02485 = 0,2485 % Chlor.

3. 10 ccm Flüssigkeit, 30 Tr. Salpetersäure, 25 Tr. Chamäleon wie in IX. 2 behandelt, erfordern (10 — 1,5 × 2) 7 ccm Silber = 0,02485 = 0,2485 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Flüssigkeit wie in IX. 3. erhalten, erfordert (11 — 1,95 × 2) 7,1 ccm Silber = 0,02523 = 0,2523 % Chlor.

XII. Blutserum vom Pferde.

Nach dem Filtriren noch tiefroth gefärbt.

Bei so eiweissreichen Stoffen wie Blutserum oder Milch empfiehlt es sich, durch Zusatz von 30 Tr. Salpetersäure den grössten Theil der Eiweissstoffe auszufüllen, dann auf 100 ccm zu verdünnen, und die Hälfte des Filtrates zur Titrirung zu verwenden. Setzt man die Silberlösung direkt zu, so werden leicht kleine Mengen derselben von den Eiweissstoffen mit niedergerissen und entziehen sich dem Nachweise. Verwendet man hingegen das Filtrat, so sind die Resultate ganz befriedigende; es kann auch hier, wie die Resultate beweisen, das Volum des erhaltenen Niederschlages als Flüssigkeit in Berechnung kommen. (Siehe auch XV, B. 1.)

1. 10 ccm Serum, 30 Tr. Salpetersäure verbraucht (15 — 2,4 × 2) 10,2 ccm Silber = 0,03621 = 0,3621 % Chlor.

2. 10 ccm Serum, 30 Tr. Salpetersäure auf 100 ccm verdünnt. Hiervon 50 ccm abfiltrirt und direkt mit Silber- und dann Rhodanlösung versetzt, erfordern (7 — 2,1) 4,9 ccm. Folglich erfordern 10 ccm Serum = 100 ccm der Flüssigkeit 9,8 ccm = 0,03479 = 0,3479 % Chlor.

3. 10 ccm Serum, 30 Tr. Salpetersäure, 30 Tr. Chamäleon wie in 2. behandelt erfordern (7 — 2,1) 4,9 ccm Silber. Folglich erfordern 10 ccm Serum 9,8 ccm = 0,03479 = 0,3479 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Serum erfordert (15 — 5,1) 9,9 ccm Silber = 0,03514 = 0,3514 % Chlor.

XIII. Blutserum vom Hunde.

Nach dem Filtriren noch tiefroth gefärbt und trübe.

1. 10 ccm Serum wie in XII. 2. behandelt, erfordern (5,5 — 1,6). 3.9 × 2 = 7,8 ccm Silber = 0,02769 = 0,2769 % Chlor.

2. 10 ccm Serum, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (13 — 2,6 × 2) 7,8 ccm Silber = 0,02769 = 0,2769 % Chlor.

3. Die Asche von 10 ccm Serum erfordert (10 — 1 × 2) 8 ccm Silber = 0,0284 = 0,2840 % Chlor.

XIV. Hydrocephalusflüssigkeit eines Kalbes.

1. 10 ccm der Flüssigkeit, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (13 — 0,5 × 2) 12 ccm Silber = 0,04260 = 0,4260 % Chlor.

2. 10 ccm Flüssigkeit, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Erwärmt bis zur Farblosigkeit. Verbraucht (13 — 0,55 × 2) 11,9 ccm Silber = 0,04224 = 0,4224 % Chlor.

3. Die Asche von 10 ccm Flüssigkeit erfordert (13 — 0,55 × 2) 11,9 ccm Silber = 0,4224 = 0,4224 % Chlor.

XV. Kuhmilch.

A. Abendmilch.

1. 10 ccm Milch, 30 Tr. Salpetersäure. 15 ccm Silberlösung. Verbraucht für 50 ccm Filtrat 5,95 ccm Rhodan. Demnach erfordern 100 ccm = 10 ccm Milch (15 — 11,9) 3,2 ccm Silber = 0,01136 = 0,1136 % Chlor.

Versuch zweimal mit gleichem Resultate wiederholt.

2. 20 ccm Milch, 30 Tr. Salpetersäure auf 200 ccm verdünnt. 100 ccm des Filtrats = 10 ccm Milch erfordern (7 — 4) 3 ccm Silber = 0,01065 = 0,1065 % Chlor. (Chlorsilber nicht abfiltrirt.)

3. Versuch 2. derart wiederholt, dass die 100 ccm Molken = 10 ccm Milch mit 7 ccm Silberlösung versetzt und auf 120 ccm verdünnt werden. 60 ccm des Filtrats erfordern 2 ccm Rhodan, demnach 120 ccm = 100 Molken = 10 ccm Milch (7 — 2 × 2) 3 ccm Silber = 0,01065 = 0,1065 % Chlor.

4. Die durch direktes Abdampfen und Erhitzen von 10 ccm Milch mit 2 gr Soda erhaltene Asche erfordert (10 — 7) 3 ccm Silber = 0,01065 = 0,1065 % Chlor.

Beim Veraschen der Milch ohne Sodazusatz ist die gefundene Chlormenge meist etwas geringer.

B. Morgenmilch.

1. 10 ccm Milch, 30 Tr. Salpetersäure mit etwa 50 ccm Wasser verdünnt, dann die Eisenlösung und 7 ccm Silber zugesetzt und direkt mit Rhodan bis zum Eintritt der Röthung titrirt. Verbraucht (7 — 5) 2 ccm Silber = 0,00710 = 0,071 % Chlor.

Während beim Abfiltriren des Kasein und Chlorsilberniederschlages die Resultate etwas zu hoch ausfallen, wird beim direkten Titriren bei Gegenwart der Niederschläge ein richtiges Resultat erlangt, da die vom Kasein mitgefällten kleinen Silbermengen sich wieder mit dem Rhodansalz umsetzen.

2. 10 ccm Milch wie in A. 3. behandelt, erfordern (4 — 1 × 2) 2 ccm Silber = 0,0071 = 0,074 % Chlor.

3. Die Molken von 10 ccm Milch wie in A. 2. behandelt, erfordern (5 — 4) × 2 = 2 ccm Silber = 0,0071 = 0,071 % Chlor.

4. Versuch 3 wiederholt. 100 ccm des Filtrats = 10 ccm Milch, direkt titrirt, erfordern (4,3 — 2,3) 2 ccm Silber = 0,0071 = 0,071 % Chlor.

5. Die Asche von 10 ccm Milch erfordert (4,9 — 2,85) 2,05 ccm Silber = 0,007277 = 0,0727 % Chlor.

XVI. Ziegenmilch.

1. 10 ccm Milch wie XV. B. 1. behandelt. Verbraucht (4 — 1,8) 2,2 ccm Silber = 0,00781 = 0,0781 % Chlor.

2. 10 ccm Milch wie oben B. 2. behandelt, erfordern (4 — 1,8) 2,2 ccm Silber = 0,00781 = 0,0781 % Chlor.

3. 10 ccm Milch wie XV. A. 1. behandelt, erfordern (5 — 1,2 × 2) 2,6 ccm Silber = 0,00923 = 0,0923 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Milch erfordert 2,25 ccm Silber = 0,00798 = 0,0798 % Chlor.

XVII. Milch einer kranken Kuh.

1. 10 ccm Milch, direkt titrirt (wie XV. B. 1) erfordern (4 — 1,7) 2,3 ccm Silber = 0,008165 = 0,08165 % Chlor.

2. Die Asche von 10 ccm Milch (unter Sodazusatz erhalten) erfordert (4,05 — 1,75) 2,3 ccm Silber = 0,008165 = 0,08165 % Chlor.

3. 10 ccm Milch wie XV. A. 1. behandelt, erfordern (5 — 2,3) 2,7 ccm Silber = 0,008885 = 0,08885 % Chlor.

XVIII. Eiweiss, Propepton und Pepton enthaltender Pferdeharn.

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (32 — 4,7 × 2) 22,6 ccm Silber = 0,08023 = 0,8023 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure, 15 Tr. Chamäleon. Verbraucht (24 — 0,75 × 2) 22,5 ccm Silber = 0,07987 = 0,7987 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn erfordern (24 — 0,75 × 2) 22,5 ccm Silber = 0,07987 = 0,7987 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (28 — 2,65 × 2) 22,7 ccm = 0,08058 = 0,8058.

XIX. Pferdeharn mit Eiweiss, Pepton, Propepton und Traubenzucker versetzt. (Zuckergehalt 4 %).

1. 10 ccm Harn, 30 Tr. Salpetersäure erfordern (18,0 — 1,55 × 2) 14,9 ccm Silber = 0,05289 = 0,5289 % Chlor.

2. 10 ccm Harn, 15 Tr. Chamäleon, 30 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (20 — 2,05 × 2) 14,9 ccm Silber = 0,05288 = 0,5289 % Chlor.

3. 20 ccm Harnbaryt = 10 ccm Harn erfordern (18,3 — 1,7 × 2) 14,9 ccm Silber = 0,05289 = 0,5289 % Chlor.

4. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (21 — 3,05 × 2) 14,9 ccm Silber = 0,05289 = 0,5289 % Chlor.

XX. Normaler Menschenharn mit Eiweiss, Pepton, Propepton und Traubenzucker versetzt.

A. 1 % Pepton und 2 % Zucker enthaltender Harn.

1. 10 ccm Harn, 15 Tr. Salpetersäure. Verbraucht (25,2 — 2,8 × 2) 19,6 ccm Silber = 0,0696 = 0,696 % Chlor.

2. Die Asche von 10 ccm Harn erfordert (21 — 0,7 × 2) 19,6 ccm Silber = 0,0696 = 0,696 % Chlor.

B. 10 ccm des Harnes A. mit 0,2 gr Traubenzucker versetzt, erfordern (23 — 1,7) 19,6 ccm Silber = 0,0696 = 0,696 % Chlor.

Die angeführten Versuche beweisen:

1. Die Volhard-Arnold'sche Methode ist zur Chlorbestimmung in allen normalen und pathologischen Thierharnen geeignet und gibt Resultate, die von den bei der Veraschung erhaltenen nur so wenig abweichen, dass sie an Stelle der Veraschung angewendet werden kann. Der Zusatz von Kaliumpermanganat bezweckt einerseits die Oxydation solcher Verbindungen, welche neben den Chloriden aus saurer Lösung durch Silbernitrat gefällt wurden, anderseits die Zerstörung der zuweilen im Harn des Menschen, häufiger im Harn der Säugethiere nach dem Ansäuren und dem Zusatz des Eisensalzes auftretenden, störenden Farbstoffe.

2. Die Methode ist für alle thierischen Flüssigkeiten anwendbar. In solchen Flüssigkeiten kann, wenn keine Schwefelverbindungen vorhanden sind (Versuch XI) oder noch keine Zersetzung stattgefunden hat, der Zusatz von Kaliumpermanganat unterbleiben. Die Bestimmung geschieht wie in XI. 1 angegeben.

3. Bei Blutserum oder Milch ist es rathsam (Versuch XII. 1 und XV. 1) nach dem Zusatz der Salpetersäure auf ein bestimmtes Volum zu verdünnen, und erst zu dem gemessenen Filtrate die Silberlösung zuzufügen (Versuch XII). In diesem Falle braucht das Chlorsilber nicht nochmals abfiltrirt zu werden (Versuch XII. 2).

4. Bei sehr eiweissreichen Flüssigkeiten sind 10 ccm derselben auf mindestens 100 ccm zu verdünnen, da im andern Falle das Volum des Niederschlages nicht mehr vernachlässigt werden kann.

5. In Milch können die Chloride direkt ohne jede Filtration titrirt werden (Versuch XV. B. 1).

6. Die allgemeine Anwendbarkeit der Methode bei Gegenwart von Eiweissstoffen, Trauben- und Milchzucker, Gallenbestandtheilen, Schleim etc., sowie der Versuch XX beweisen wohl zur Genüge, dass dieselbe auch bei pathologischen Menschenharnen verwendbar ist.

7. Die angeführte Methode ist wesentlich eine Modifikation derjenigen von Pribram (Zeitschr. f. analyt. Chem. 9, 428). Neubaur fand, dass 10 ccm oft 4mal soviel Kaliumpermanganat zersetzten, als Pribram vorschrieb. Dies ist auch bei meiner Modifikation der Fall, allein die zugesetzten 15 Tropfen der 10 % Chamäleonlösung genügten stets zur Zerstörung der störenden Verbindungen. Während ferner die infolge der Oxydation entstehende,

oft erhebliche Menge von Oxalsäure etc. die Titrirung in neutraler Lösung nach Mohr unmöglich macht, hat dieselbe auf die Resultate bei Titrirung in saurer Lösung keinen Einfluss.

8. Die Methode ist, abgesehen von ihrer raschen Ausführbarkeit, entgegen der von Habel-Fernholz auch bei Gegenwart von Eiweisskörpern, und entgegen der Methode von Latschenberger und Schumann (Zeitschr. f. physiol. Chem. 3, 161) auch bei Gegenwart von Traubenzucker anwendbar. Auch im Speichel gibt die Methode die besten Resultate, worüber in einer besonderen Arbeit.

Uebersichtstabelle.

	Chlorgehalt nach Volhard-Arnold in %.	Chlorgehalt nach dem Veraschen in %.	Differenzen
	I. Hundeharn.		
A. 2. 3. 4. 5.	0,639	0,642	0,003
B. 2. 3.	0,0710	0,0674	0,0036
C. 2. 4.	0,298	0,3017	0,0037
D. 2. 3. 4.	0,110	0,110	0,000
E. 2. 3. 4.	0,8352	0,8413	0,0061
F. 2. 3.	0,7189	0,7206	0,0017
	II. Pferdeharn.		
A. 3. 4.	0,5804	0,5822	0,0018
B. 2. 3.	0,9940	0,9869	0,0071
C. 2. 3.	0,8094	0,8023	0,0071
D. 2. 3. 4.	0,6603	0,6638	0,0035
	III. Schafharn.		
A. 2. 3. 4.	1,0910	1,0934	0,0024
B. 2. 3.	1,3383	1,3348	0,0035
	IV. Katzenharn.		
A. 2. 3. 4.	0,0923	0,0958	0,0035
B. 3. 4.	0,1065	0,1065	0,000
C. 2. 3. 4.	0,2153	0,2130	0,0023
	V. Ziegenharn.		
A. 2. 3.	0,2476	0,2485	0,0009
B. 2. 3.	1,0011	1,011	0,000
	VI. Kaninchenharn.		
A. 2. 3.	1,1431	1,1502	0,0071

	Chlorgehalt nach Volhard-Arnold in %.	Chlorgehalt nach dem Veraschen in %.	Differenzen in %.
B. 2. 3.	0,9798	0,9727	0,0071
C. 2. 3.	0,9313	0,9336	0,0023
	VII. Kuhharn.		
A. 1. 2.	1,136	1,132	0,0040
B. 1. 2.	0,7597	0,7561	0,0036
	VIII. Schweineharn.		
	0,3905	0,3905	0,000
	IX. Bauchhöhlenflüssigkeit.		
	0,3479	0,3479	0,000
	X. Brusthöhlenflüssigkeit.		
	0,3290	0,3266	0,0024
	XI. Gallenstauungsflüssigkeit.		
	0,2485	0,2523	0,003
	XII. Blutserum vom Pferde.		
	0,3479	0,3514	0,0035
	XIII. Blutserum vom Hunde.		
	0,2769	0,2840	0,0071
	XIV. Hydrocephalusflüssigkeit.		
	0,4224	0,4224	0,000
	XV. Kuhmilch.		
A. 2. 3.	0,1065	0,1065	0,000
B. 1. 2. 3. 4.	0,0710	0,0727	0,0017
	XVI. Ziegenmilch.		
	0,0781	0,0798	0,0017
	XVII. Kuhmilch.		
	0,0816	0,0816	0,000
XVIII. Eiweiss, Propepton und Pepton enthaltender Harn.			
	0,7987	0,8058	0,0071
XIX. Harn XVIII. mit Glykose und Eiweissstoffen versetzt.			
	0,5289	0,5289	0,000
XX. Menschenharn mit Glycose und Eiweissstoffen versetzt.			
	0,0696	0,696	0,000

Beitrag zur Kenntniss des Athmungscentrums.

Von

Dr. **Richard Nitschmann.**

In den Comptes rendus vom Jahre 1847—1851 verlegt Flourens das Athmungscentrum in die hintere Spitze des calamus scriptorius und nennt diesen Punkt wegen der Wichtigkeit seiner Erhaltung für das Leben gleichsam als Lebenscentrum noeud vital oder point vital.

Im Laufe der Jahre ist diese Flourens'sche Ansicht von den verschiedensten Autoren bekämpft und dem noeud vital allmälig immer mehr und mehr von seiner Wichtigkeit geraubt worden. Die Arbeiten die hierüber vorliegen lassen sich füglich in zwei Hauptgruppen zerlegen, nämlich die einen belassen das Athmungscentrum dem verlängerten Marke und suchen es nur dem Flourens'schen noeud vital zu entreissen, die anderen weisen nach, dass das in der medulla oblongata enthaltene Athmungscentrum nicht das einzige sei, sondern dass im Cervicalmarke noch Nervencentren bestehen müssten, die auf die Athmung von bedeutendem Einflusse seien.

Was die erste Reihe von Arbeiten anbetrifft, so hat Brown-Séquard[1]) nachgewiesen, dass man mit einiger Vorsicht den noeud vital entfernen oder zerstören kann, ohne dass das Thier nothwendig zu athmen aufhöre. Das Gleiche fand auch Schiff[2]), und dieser letzte Autor verlegt das Athmungscentrum auf beide Seiten des verlängerten Markes etwas hinter die Austrittsstelle der Vaguswurzeln in die Gegend des vorderen Theiles der alae cinereae.

---

1) Researches on the spinal chord. Richmond 1855, und Recherches sur les causes de mort après l'ablation de la partie de la moelle allongée, qui a été nommé noeud vital. Journal de la Physiologie 1858.

2) Lehrbuch der Physiologie des Menschen I, Muskel und Nervenphysiologie 1858—1859.

Longet[1]) und Volkmann[2]) spalteten den noeud vital durch einen Längsschnitt, ohne dass die Athmung der Thiere unregelmässig geworden wäre oder aufgehört hätte.

Gierke[3]) fand, dass Verletzung oder Zerstörung der sogenannten Respirationsbündel[4]) Athmungsstillstand erzeuge und zwar einseitige Verletzung auch nur einseitigen Stillstand auf gleichnamiger Körperhälfte und nur Verletzung beider Respirationsbündel vollständiges Aufhören der Athmung. Eine Zellengruppe, der er den Namen Athmungscentrum hätte beilegen können hat er bei seinen genauen und ausführlichen mikroskopischen Untersuchungen nicht mit Sicherheit gefunden.

Zu der zweiten Gruppe von Arbeiten hat zunächst auch wieder Brown-Séquard[5]) Beiträge geliefert, der bereits im Jahre 1860 den Satz aussprach: „l'ablation de la moelle allongée n'amène pas nécessairement la cessation immédiate des mouvements respiratoires." Ihm folgen dann einige Jahre später 1874 Rokitansky[6]), welcher sagt, dass Kaninchen mit durchtrenntem Halsmarke, wenn sie mit Strychnin vergiftet werden, noch Athembewegungen ausführen, und 1875 Schroff[7]), welcher nach Durchtrennung des Halsmarkes auch bei nicht strychninisirten Thieren spontane Athmungen sieht, wenn dieselben in einen Wärmekasten gelegt werden und ihnen längere Zeit künstliche Athmung zugeführt wird, welche letztere dann plötzlich auf gewisse Zeitdauer unterbrochen wird. Doch hat Schroff meist nur 2—3 Athemzüge gesehen, und sagt selbst es scheine ihm die Kraft der spinalen Athmungscentren sehr leicht erschöpft zu sein. Aus neuerer Zeit sind in der Literatur über dieses Thema erschienen, einmal eine Arbeit von Lauten-

---

1) Expériences relatives aux effets de l'inhalation de l'éther sulfurique sur le système nerveux de l'homme et des animaux. Archives générales de méd. 1847, Tome XIII, pag. 377.

2) Wagner, Handwörterbuch der Physiologie. Artikel: Gehirn.

3) Dies Archiv Bd. VII, S. 583.

4) Nach Schwalbe stellt dasselbe eine im Halsmarke entstehende, aufsteigende Wurzel der Vagusgruppe vor. Hoffmann-Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. II. Auflage, S. 663.

5) Journal de la physiologie de l'homme et des animaux. Paris. Tom. III. pag. 153.

6) Wiener medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1874, S. 33.

7) Wiener medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1875, S. 324.

bach[1]), die mir leider nicht zugänglich war, sodass ich sie nur anführen kann ohne genaueres über ihren Inhalt zu kennen, und mehrere Veröffentlichungen von Langendorff[2]), bei deren vorbereitenden Versuchen ich zum grossen Theil dabei sein durfte, und deren einen Theil mir auch selbst auszuführen gestattet war. Da meine jetzige Arbeit sich enge an die Langendorff'schen Mittheilungen anschliesst, und da ich bei denselben zum Theil mit interessirt bin, wie ja auch Herr Dr. Langendorff so freundlich gewesen ist die erste Mittheilung[3]) in seinem und meinem Namen zu veröffentlichen, so sei es mir gestattet mit einigen Worten auf dieselben zurückzukommen.

Ende des Jahres 1879 wurden die von Volkmann[4]) und Longet[4]) angegebenen Versuche über die langitudinale Durchstechung der Spitze des calamus scriptorius, ohne dass die Athmung still steht, wiederholt und bestätigt. Dabei wurde aber ferner gefunden, dass nach der Vagotomie oder auch bei intacten vagi auf einseitigen Vagusreiz oder einseitigem Trigeminusreiz die Athmung entweder, je nach der Intensität des Reizes, einseitig — auf gleicher Körperhälfte — stille steht oder nur verlangsamt wird, wogegen Reize des brachialis oder des ischiadicus exspiratorischen Stillstand auf beiden Seiten zur Folge haben. Waren die vagi intact gelassen, und die Asynchronie der Athmung z. B. durch Trigeminusreiz hervorgerufen, so glich sich dieselbe allmälig wieder aus, und es konnten Zwerchfelle beobachtet werden, die vollkommen gleichmässig beiderseitig arbeiteten, nachdem sie sich einige Zeit vorher vollkommen verschieden und ungleichmässig contrahirt hatten, war die Asynchronie durch die beiderseitige Durchschneidung der vagi herbeigeführt, so dauerte der Ausgleich längere Zeit, kam aber in einigen Fällen fast vollkommen zu Stande. Die durch einen Marey'schen Hebel mit Benutzung einer Athmungsflasche während der Asynchronie aufgezeichneten Athmungscurven

1) Angeführt in den Jahresberichten über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie. Herausgegeben von Hoffmann-Schwalbe 1880, Bd. VIII, 2. Abtheilung, S. 28. Selbst erschienen in Philadelphia medical Times 1879.

2) Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1879 und 1880.

3) Erste Mittheilung über die spinalen Centren der Athmung nach Versuchen von O. Langendorff und R. Nitschmann. Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1880, Seite 518.

4) a. a. O.

zeigten eine komplicirte, zusammengesetzte Form, welche eben auf der Ungleichmässigkeit der Athmung beruhte. Letzteres konnte auf folgende Art bewiesen werden. Es wurden die Zwerchfellskontractionen beider Hälften gesondert gleichzeitig aufgezeichnet auf einem Papier ohne Ende, indem zwischen Leber und Zwerchfell jederseits kleine Gummiballons eingelegt wurden, die mit je einem Marey'schen tambour inscripteur in Verbindung standen. Zu gleicher Zeit wurde durch einen dritten Hebel die Trachealcurve aufgezeichnet, wie es oben bereits kurz angegeben ist. Setzte man nun durch Construction die beiden so gewonnenen Zwerchfellskurven zusammen, so erhielt man eine Curve, die genau übereinstimmte mit der direct erhaltenen Trachealkurve.

In der zweiten Mittheilung[1]) über ungleichzeitige Thätigkeit beider Zwerchfellshälften von Dr. Langendorff ist in Taf. I, Fig. 3 durch Verbindungsstriche gezeigt, wie die tiefste Inspiration in der Athmungskurve zusammenfällt mit dem gleichzeitigen Herabsteigen beider Zwerchfellhälften, und in der Curvensammlung über die eben erwähnte Arbeit befinden sich verschiedene synthetisch erhaltene und direct gezeichnete Curven, die vollkommen mit einander übereinstimmen, sie sind nicht veröffentlicht, weil sie zum Beweise weiter nicht nöthig waren. So lange das in der medulla oblongata enthaltene Athmungscentrum als das alleinige angenommen wurde, war die Erklärung der Athmungsasynchronie einfach genug. Schiff legt das Athmungscentrum in beide Seiten der medulla oblongata, Gierke weist nach, dass verbindende Faserzüge[2]) von einer Seite zur anderen gehen, durchschneidet man nun also die verbindende Brücke, so ist jedes Athmungscentrum für sich isolirt und functionirt nur für seine Hälfte. Anders wird die Erklärung, wenn nachgewiesen wird, dass das im verlängerten Marke enthaltene Centrum zwar enge mit dem Athmungsmechanismus verknüpft ist, aber nicht das Athmungscentrum direct, sondern nur ein regulatorisch wirkendes Centrum für die in der medulla spinalis enthaltenen automatisch wirkenden Centren abgiebt. Ueber diesen Punkt ist eine zweite Reihe von Versuchen,

1) Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1881, S. 78.

2) Laura hält die sich kreuzenden Faserzüge hauptsächlich für Hypoglossusfasern, leugnet aber auch nicht einen Zusammenhang derselben mit dem Vaguskern. Hofmann-Schwalbe, Lehrbuch d. Anat. d. Menschen. II. Aufl., S. 659.

im Anfang des Jahres 1880 von Herrn Dr. Langendorff[1]) und mir angestellt worden. Während Rokitansky nach Durchtrennung der medulla oblongata dicht unterhalb des calamus scriptorius nur im Strychninkramphe unvollständige Athmungen sah, und Schroff nur 2—3 Athemzüge nach derselben Operation ohne Strychninvergiftung erzielte, gelang es uns längere Athmungskurven aufzeichnen zu lassen von strychninisirten, auch nicht strychninisirten Thieren, denen das Halsmark an oben erwähnter Stelle abgetrennt war. Die besten Resultate wurden erzielt an neugeborenen oder doch nur wenige Wochen alten Thieren und zwar speciell Kätzchen, aber auch Kaninchen, die mit einer minimalen Dosis von 0,0005—0,001 Strychnini nitr. vergiftet waren. Es gelang auf diese Weise Athmungen zu erhalten, die bis 50 Minuten anhielten. Aber auch Thiere, die nicht strychninisirt waren, lieferten Athmungskurven von bedeutender Länge, wenn man längere Zeit künstliche Athmung eingeleitet hatte und die Zeit der durch die künstliche Ventilation bedingten Apnoe vorüber liess. Bei Gelegenheit eines Vortrages des Herrn Dr. Langendorff über dieses Thema wurde der Einwand gemacht, dass auch nach Abtrennung der med. oblongata vom Rückenmarke die nervöse Verbindung der ersteren mit den Spinalnerven keineswegs unterbrochen sei, da insbesondere der nervus phrenicus mit dem nervus hypoglossus mehrfache Anastomosen eingehe, und hierdurch eine functionelle Verbindung des bulbären Athmungscentrums mit den wichtigsten Athmungsmuskeln gegeben sein könnte. Um diesem Einwande entgegen zu treten, wurde bei einigen Versuchen nicht nur die medulla oblongata abgetrennt, sondern das Thier vollständig dekapitirt, und trotzdem blieb der Erfolg derselbe. Wollten die Thiere nicht spontan athmen, so thaten sie es auf äusseren Reiz, die strychninisirten schon auf leises Anblasen, die nicht mit Strychnin vergifteten auf Kneifen einer Pfote oder Reizung des ischiadicus oder brachialis etc.

Was die Athmung selbst anlangt, so war sie sowohl diaphragmatisch als auch costal, wenigstens bei Hunden und Katzen, denn bei Kaninchen ist sie ja immer nur diaphragmatisch. Ersteres wurde nach Eröffnung der Bauchhöhle durch den Augenschein wahrgenommen, letzteres theils ebenfalls nach Freilegung der

---

1) Archiv für Anatomie u. Physiologie, Jahrgang 1880, S. 518.

Thoraxmuskulatur direct gesehen, theils an den Ausschlägen einer feinen Insektennadel wahrgenommen, die in die Rippenknorpel eingestochen war. Auch die Kopfathmung blieb bestehen, athmete doch nach vollständiger Dekapitation Rumpf und Kopf gesondert längere Zeit hindurch. Aus diesen Versuchen geht hervor, dass in dem Spinalmarke automatisch wirksame Athmungscentren enthalten sein müssten, die auch nach Trennung von dem regulatorischen Centrum sich noch für einige Zeit eigene Functionsfähigkeit bewahren.

Wie steht es nun mit der Erklärung der durch den Longetschen Stich erzielten auf beiden Seiten ungleichmässigen Athmung. *V* und *V'* stellen die Vaguskerne vor, *T* und *T'* die des Trigeminus, von ihnen gehen die Faserzüge *v*, *v'* und *t*, *t'* aus, die sich zu *a* und *a'* d. h. zu den beiden Respirationsbündeln vereinen. Diese beiden Respirationsbündel stehen wie Gierke mikroskopisch nachgewiesen hat in Verbindung mit einander durch sich kreuzende Faserzüge *b* und *b'*. Doch ist die Kreuzung keine vollständige, sondern ein Theil der Faserzüge bleibt ungekreuzt und geht in *d* und *d'* direct zum spinalen Centrum des Phrenikus *P* und *P'*, nachdem sie sich mit den gekreuzten Fasern der anderen Seite zu *c* und *c'* vereinigt haben. So lange nun dieses schematisch dargestellte combinirte Athmungscentrum intact ist, können Reize von allen Seiten einwirken und werden stets eine prompte gleichmässige Wirkung auf die beiderseitige Athmung ausüben. Denn trifft ein Reiz den Vagus oder Trigeminus der rechten Seite, so wird er sich durch *d* auf das rechte Spinalcentrum *P* und durch die Gierke'sche Kreuzung *b* auf das linke Spinalcentrum *P'* fortpflanzen und beiden gleiche Impulse ertheilen. Dasselbe gilt von der linken Seite. Trifft ein Reiz den brachialis, so wird er nach einer Arbeit von Joseph [1]) nicht mehr, wie früher angenommen wurde, den Weg über die medulla oblongata nehmen, sondern

1) Zeitmessende Versuche über Athmungsreflexe von Dr. Max Joseph. Dies Archiv Jahrgang 1883, S. 480.

direct hinüber gehen auf die andere Seite durch das Gerlach-sche Fasernetz. Ist dieser Weg aber verschlossen durch longitudinale Durchschneidung des Halsmarkes mit Bestehenlassen der Gierke'schen Kreuzung, so wird der Reiz seinen Weg über diese Kreuzung nehmen und zur anderen Seite gelangen. Dasselbe gilt vom ischiadicus.

Nehmen wir nun an, die Brücke, welche durch die Gierke-sche Kreuzung zwischen den beiden regulirenden Centren besteht, sei zerstört, so wird sich das Bild anders gestalten müssen. Ein Reiz des vagus und trigeminus kann sich nicht mehr durch die motorischen gekreuzten Bahnen *b* resp. *b'* der anderen Seite mittheilen, das entgegengesetzte Spinalcentrum erfährt nichts von dem Impulse, kann also auch nicht darauf antworten, d. h. die Wirkung auf die Athmung, die sich nur in den Bahnen *d* resp. *d'* fortpflanzen kann, bleibt einseitig, und wir erhalten, da die eine Seite ruhig fortathmet, während die andere eine Störung erleidet, eine ungleichmässige Zwerchfellsthätigkeit. Hört der Reiz auf, so ist die irritirende Wirkung anfänglich doch in so weit noch anhaltend, als die Athmung für einige Zeit aus dem Gleichgewicht gebracht, sich erst allmälig beruhigt und wieder gleichmässig wird. Letzteres scheint ja auch leicht erklärlich, wenn wir bedenken, dass sobald der äussere Reiz aufhört, und die erregenden Momente für beide Centren wieder die gleichen werden, auch der Rhytmus sich allmälig wieder dem Athembedürfniss anpasst, und beide Hälften wieder zu regulärer Thätigkeit zurückkehren. Trifft ein Reiz irgend einen der Spinalnerven, so wird er sich auf dem gewöhnlichen Wege durch das Gerlach'sche Fasernetz der anderen Seite mittheilen, und es hat also die Durchtrennung der Brücke in der medulla oblongata auf diese Reize keinen Einfluss.

Dass eine gekreuzte Verbindung zwischen beiden Centren in der medulla oblongata bestehen muss, wie sie Gierke ja schon anatomisch nachgewiesen hat, zeigt auch ein praktischer Versuch. Wenn man das eine Respirationsbündel dicht unterhalb der Kreuzungsstelle, also dicht unterhalb der Spitze des calamus scriptorius durchtrennt, so steht die Athmung der betreffenden Seite sofort still, während die der anderen Seite fortgeht. Bestände nun keine Communication zwischen den Centren, so müssten Reize, die jetzt den vagus oder den trigeminus der verletzten Seite treffen, ohne Einfluss auf die Athmung sein, da die gereizte Körperhälfte ja

schon an und für sich zu athmen aufgehört hat. Dem ist aber nicht so, sondern von beiden vagi aus erhält man auf die allein noch athmende eine Hälfte des Zwerchfells mit gleich starken Strömen gleiche Erfolge, die sich eben nur durch Fortpflanzung des Reizes von der verletzten Seite auf die gesunde durch directe Faserverbindung erklären lassen. Ein weiterer Beweis würde geliefert, wenn man das Halsmark der Länge nach spaltete, so dass eine Fortpflanzung eines Reizes, der einen brachialis z. B. trifft, durch das Gerlach'sche Fasernetz nicht möglich wird, tritt trotzdem eine Wirkung auf beide Zwerchfellshälften ein, und ist nota bene die Gierke'sche Kreuzung intact geblieben, so kann sich der Reiz nur durch diese auf die andere Seite fortpflanzen, zumal wenn es sich nachweisen lässt, dass man nur noch diese mit zu durchtrennen nöthig hat, um sofort einen nur einseitigen Erfolg durch Brachialis-Reizung zu erzielen.

Derartige Versuche habe ich nun im Laufe des verflossenen Jahres mehrere gemacht, und sie alle haben Resultate ergeben, welche sich nicht nur mit obigen schematisch dargestellten Verhältnissen der Athmungscentren in Einklang bringen lassen, sondern erneute Beweise für die Richtigkeit derselben beibringen.

Bevor ich auf meine Versuche selbst eingehe, möchte ich noch einen Blick auf die einschlägige Literatur werfen. Die longitudinale Spaltung des ganzen Cervicalmarkes ist wohl bisher mit Rücksicht auf die Athmungsinnervation nur von Hénocque und Eloy[1]) in dem Vulpian'schen Laboratorium ausgeführt worden, wenigstens habe ich weitere Mittheilungen über diese Operation nirgends gefunden, und geben auch die beiden genannten Autoren in ihrer Arbeit keine weitere Literatur über diesen Gegenstand an. In welcher Art die Operation von Hénocque und Eloy ausgeführt ist, steht nicht angegeben, und auch über das Resultat ist nur eine kurze Mittheilung gemacht. Sie kommen zu folgendem Schlusse[2]): „la section longitudinale de la moelle cervicale peut être faite sans qu'il y ait arrêt de la respiration ni des contractions du diaphragme", und zwar erhalten sie diesen aus 17 Versuchen, die sie an Meerschweinchen, Katzen, Kaninchen und Hunden angestellt haben. Die Versuche an den Meerschwein-

1) Comptes rendus 1882, p. 608.
2) Comptes rendus 1882, p. 610.

chen 7 an Zahl sind zum grössten Theil missglückt, indem nur zwei weiter athmeten. Bei den übrigen Thieren sind die Versuche in den meisten Fällen gelungen. Die übrigen Schlüsse sind für meine Arbeit zwar im ganzen von weniger Interesse, doch will ich dieselben anführen, da ich mir gerade über diese beiden späterhin eine Kritik erlauben muss, indem es scheinen könnte, als ob dieselben mit meinen Resultaten nicht in Einklang zu bringen wären. Sie sagen: „eine longitudinale Durchschneidung des Cervicalmarkes ausserhalb der Mitte hebt die Athmung der betreffenden Seite sofort auf", und weiter unten: „nach medianer longitudinaler Durchtrennung des Halsmarkes kann man nach einer Seite hin das Halsmark halbseitig quer durchschneiden und erhält dabei einmal Aufhören der Athmung, das andere Mal nicht.

Dieses ist die einzige Literatur, die ich über diese Operation finden konnte, und ich komme nun zu meinen Versuchen, deren Operation ich zunächst beschreiben will.

Es wurden von mir im Ganzen 36 Versuche angestellt und zwar alle an Kaninchen. Ich wählte gerade diese Thiergattung, weil mir erstens die Thiere am leichtesten zugänglich waren, weil ausserdem die früheren Versuche über die ungleichzeitige Athmung fast ausschliesslich an Kaninchen angestellt waren, weil ferner sich die nothwendige Operation relativ leicht gerade am Kaninchenhalsmarke ausführen liess, während mich sowohl die ungünstigen Resultate, die Hénocque und Eloy mit Meerschweinchen hatten, von dieser Thierspecies abschreckten, als auch eigene Erfahrungen bei Gelegenheit früherer Versuche mich die Untauglichkeit dieser Thiere gerade für Operationen am Halsmarke hatten erkennen lassen. Auch Brown-Séquard[1]) theilt in einer Arbeit mit, dass die Lebensdauer bei neugeborenen Meerschweinchen nach abgetragenem Halsmarke bei weitem die kürzeste sei, nämlich 6 Minuten, während dieselbe bei neugeborenen Kaninchen 34 Minuten, bei neugeborenen Hunden und Katzen sogar 48 resp. 41 Minuten beträgt. Hunde und Katzen waren nun gerade schwer zu bekommen, und da ausserdem bei der nothwendigen schwierigen und komplicirten Operation bei jeder neuen angewandten Thiergattung längere Uebung und mehrere unnütze Opfer an Thieren nöthig gewesen wären, um Resultate zu erzielen, so sah ich von verglei-

1) Canstatt's Jahresbericht 1853, Bd. I, S. 216.

chenden Experimenten an verschiedenen Thieren ab und beschränkte mich lediglich auf Kaninchen. Was nun das Alter der Thiere anlangt, so habe ich allmälig gefunden, dass junge Thiere im Alter von ca. 6—10 Wochen die geeignetsten waren. Diese jungen Thiere sind resistenter gegen Eingriffe, welche das cerebrum oder die medulla spinalis betreffen als ältere, dann sind die Wirbelbögen noch relativ leicht mit einer starken einfachen Scheere zu durchtrennen, während man bei älteren Thieren bereits Knochenzangen in Anwendung bringen müsste, die bei den engen Raumverhältnissen in denen man zu operiren gezwungen ist schwer anzulegen und zu handhaben sind. Noch jüngere Thiere andererseits, speciell neugeborene, sind auch wieder schlechter zu verwenden, da bei der Kleinheit der vorliegenden Theile, die an und für sich nicht leichte, freihändige, genau mediane Durchtrennung zur absoluten Unmöglichkeit wird. In Bezug auf das Geschlecht habe ich bei männlichen und weiblichen Thieren keinen Unterschied der Widerstandsfähigkeit gegen die Operation oder in der Blutung gefunden, ebenso wenig in Bezug auf die Farbe, nur eines fiel mir in letzter Beziehung auf und kehrte regelmässig wieder, dass speciell schwarze Kaninchen sich viel resistenter gegen Chloralhydrat erwiesen wie andersfarbige, sodass ich oft das doppelte Quantum injiciren musste, um eine kräftige Narkose herbeizuführen.

Die Operation wurde wie bereits eben angedeutet in tiefer Narkose ausgeführt, und wurde zu diesem Zwecke hauptsächlich Chloralhydrat verwandt. Es genügte bei Thieren, welche ein Alter hatten wie es oben angegeben ist, von einer 50% Chloralhydratlösung 4—5 Theilstriche einer Pravaz'schen Spritze in die Bauchhöhle direkt zu injiciren, um nach einiger Zeit eine tiefe Narkose zu erzielen.

Bei der Operation selbst war es hauptsächlich die profuse Blutung, welche mir oft viel zu schaffen machte. Zunächst waren die Thiere, um diesem Uebelstande soviel als möglich prophylaktisch entgegen zu arbeiten, längere Zeit, beziehungsweise 14 Tage, vorher auf Trockenfutter gesetzt, und dann suchte ich während der Operation durch Unterbindung, ferrum candens, Penghawar etc. derselben so gut wie möglich Herr zu werden. Versuche in einzelnen Fällen nur mit stumpfen Häkchen in den Muskelinterstitien zu operiren missglückten, da die Blutung nicht geringer war, und

ausserdem die irreguläre Wundfläche an Uebersichtlichkeit verlor. Die Aufspannung des Thieres erlitt insofern eine Abänderung von der gewöhnlichen Art, als dieselbe mit gekreuzten Vorderbeinen geschehen musste, um die Schulterblätter von einander zu ziehen.

Sobald die Weichtheile von den Wirbelbögen entfernt und die Blutungen gestillt waren begann der wichtige Akt der Freilegung des Markes. Zu diesem Zwecke fasste ich mit einer Hakenpincette durch eine vorher in die membrana oturatoria geschnittene Oeffnung den Bogen des Atlas, durchtrennte denselben zu beiden Seiten der Pincette, hob ihn heraus und schritt nun weiter fort, indem ich einen Wirbelbogen nach dem andern zu beiden Seiten der processus spinosi mit einer starken Scheere durchschnitt, vorsichtig die spitze Scheerenbranche zwischen der dura mater und dem knöchernen Kanal vorschiebend. Sobald einige (3—4) Wirbelbögen durchtrennt waren, musste der Assistent mit den beiden Pincetten die Weichtheile von neuem etwas mehr unterhalb fassen, damit der zu durchtrennende Wirbelbogen stets der am höchsten und am bequemsten gelegene sei. Auf diese Weise gelang es mir stets die sämmtlichen processus spinosi zusammenhängend zu entfernen und eine Rinne in den Cervicalkanal zu schneiden, durch welche das Halsmark in seiner ganzen Ausdehnung zu Tage trat.

Sobald die Blutung vollkommen stand, was durchaus nothwendig ist, da man zu den folgenden Operationen das Operationsfeld gut übersehen muss, wurde mit einer feinen Hakenpincette die in der Rautengrube bereits verletzte dura mater gefasst, angehoben und ein feines, scharfes Messer mit der Schneide nach oben zwischen medulla und dura mater geschoben und der ganze Duralsack der Länge nach gespalten.

Zu der nun folgenden Durchtrennung des Markes in der Medianlinie benutzte ich anfänglich eine breite Staarnadel, später aber liess ich mir ein eigenes Messerchen dazu anfertigen, das die Form eines feinen Stemmeisens hatte. Die schneidende Fläche selbst war unten 2 mm breit, hatte eine Höhe von 4—5 mm und lief dann nach oben in einen soliden Stiel aus. Sämmtliche drei übrigen Seiten dieses kleinen genau rechtwinkligen Stemmeisens waren scharf geschliffen, und es musste daher das Instrument von bestem Material gearbeitet sein, da es, um obige Eigenschaften zu haben, nur sehr fein und dünn gearbeitet sein durfte und doch

eine gewisse Haltbarkeit besitzen musste, um bei eventuellen Zuckungen des Thieres nicht sofort abzubrechen. Dieses Messerchen wurde genau senkrecht und genau in der Medianlinie aufgesetzt, in die medulla spinalis hineingesenkt und dann mit kurzen, langsamen, sägeförmig stossenden Zügen allmälig die ganze medulla durchtrennt. In der Medianlinie verläuft die arteria medullae spinalis posterior, und da diese beim Anschneiden etwas blutet und dadurch das Operationsfeld verdunkelt, fing ich die Durchtrennung stets von oben an, da die Arterie einmal durchtrennt unterhalb nicht mehr bluten kann, während ich sonst, wenn ich die Arterie von unten auf durchtrennt hätte, immer gerade an der blutenden Stelle hätte operiren müssen. Die sägeförmigen Züge waren deshalb nothwendig, da bei dem Versuche einen glatten ziehenden Schnitt zu machen, das Halsmark sich etwas vor dem Messer herschob, aus seiner normalen Lage kam und man nun nicht mehr mit Sicherheit in der Medianlinie bleiben konnte.

War die Operation glücklich vollendet, so wurde die ganze Wundfläche mit Penghawar bedeckt und die Haut darüber mit Klemmpincetten geschlossen. Dann wurde das Thier los gebunden auf den Rücken gelegt, sofort die Bauchhöhle eröffnet und die Contractionen des Zwerchfells direct beobachtet. Hatte das Thier aufgehört zu athmen und war künstliche Athmung nöthig, so wurde schnell Tracheotomie gemacht, und während der Zeit durch eine über die Schnauze gestülpte Gummikappe ventilirt. Die weiteren Operationen, die noch zu den Versuchen nöthig waren, waren die Freilegung der ischiadici oder brachiales oder vagi. Es wurden die betreffenden Nerven, die zu dem Versuche gebraucht werden sollen, auf beiden Seiten gleichmässig freigelegt, in Hartgummi-Platinelektroden gebettet und durch eine electrodenwechselnde Wippe mit dem Inductionsapparate in Verbindung gebracht, die eine abwechselnde Reizung beider Nerven erlaubte. Auf diese Weise war es leicht, einen gleichen Reiz durch einen Druck von einem Nerven auf den anderen wirken zu lassen und den Unterschied der Wirkung zu sehen.

Von jedem gelungenen und registrirten Versuche wurde das Halsmark in Müller'scher Flüssigkeit oder Alkohol gehärtet und später der Schnitt auf seine Ausdehnung, Vollständigkeit und Richtung mit der Lupe untersucht.

Die Versuche selbst, die ich auf oben angegebene Art anstellte,

zerfallen in drei Gruppen. Bei der ersten Gruppe durchtrennte ich das Halsmark nur bis dicht unterhalb der Spitze des calamus scriptorius, bei der zweiten durchtrennte ich die Spitze selbst auch mit und bei der dritten sollte das Halsmark durchtrennt werden nach vorangegangener Abtragung der medulla oblongata. Bevor ich in die Versuchsreihe der Gruppe I eintrat, wiederholte ich noch einige der Langendorff'schen Versuche, die ich hier nicht mehr anführen will, da sie dasselbe Resultat lieferten, das oben bereits angegeben ist.

Versuchsreihe I.

Versuch VIII. Kleines, graues, 8 Wochen altes, männliches Kaninchen. Es bekommt zunächst 4 Theilstriche Chloralhydrat, worauf das Halsmark freigelegt wird. Beim Versuch, die medulla spinalis zu spalten, zuckt das Thier und bekommt daher noch weitere $1^1/_2$ Theilstriche. Die mediane Spaltung wird nun ausgeführt und zwar vom ersten bis siebenten Halswirbel. Die Athmung geht anscheinend ruhig fort, als jedoch das Abdomen eröffnet wird, zeigt es sich, dass nur noch die rechte Zwerchfellshälfte functionirt, während die linke still steht. Zur Untersuchung des Einflusses der vagi auf die Athmung werden diese freigelegt und nach einander durchschnitten und zwar zunächst der rechte. Die Athmung steht momentan still, setzt aber bald wieder ein und geht in verlangsamtem Tempo allein auf der rechten Seite weiter. Darauf Durchschneidung des linken vagus, die Athmung steht wiederum still und setzt erst ein, nachdem eine kurze Zeit künstliche Athmung eingeleitet ist. Hierauf sollte das Halsmark in der Höhe des zweiten Brustwirbels abgetragen werden, worauf das Thier an Verblutung zu Grunde geht.

Die spätere Untersuchung des gehärteten Halsmarkes hat ergeben, dass der Schnitt vom ersten bis siebenten Halswirbel reicht und ca. 2 mm unter der Spitze des calamus scriptorius beginnt. In der Höhe des zweiten und dritten Halswirbels ist derselbe an der vorderen Fläche etwa 1 mm von der Medianlinie abgewichen und in die Marksubstanz der linken Seite hineingedrungen. Auf der hinteren Fläche verläuft er genau in der Medianlinie.

Versuch X. Kleines, graues, 8 Wochen altes, weibliches Kaninchen. Es bekommt zunächst 8 Theilstriche Chloralhydrat, nach der Freilegung der medulla spinalis noch weitere 2 Theilstriche. Die Spaltung gelingt vom ersten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel. Die Athmung geht nur auf der linken Seite fort. Die beiden vagi werden wieder freigelegt und nach einander durchschnitten. Wieder ist der Erfolg derselbe, von beiden Seiten aus treten kurze Athmungspausen ein, denen eine verlangsamte und vertiefte Athmung folgt. Nun werden die trigemini gereizt, durch Aufpinseln von Chloroform auf die Nasenschleimhaut, von beiden Seiten aus tritt Athmungs-

stillstand ein. Als das Rückenmark wieder in der Höhe des zweiten Brustwirbels durchtrennt werden soll, tritt wieder der Verblutungstod ein.

Die Untersuchung des gehärteten Halsmarkes mit der Lupe lässt keine Abweichung des Schnittes erkennen, sondern derselbe verläuft sowohl vorne wie hinten vom ersten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel genau in der Medianlinie. Allerdings hatte das Thier bei Gelegenheit der medianen Spaltung in der Höhe des dritten bis vierten Halswirbels gezuckt, und mag dabei die rechte Hälfte des Cervicalmarkes etwas gequetscht worden sein.

Versuch XII. Kleines, schwarzes, 8 Wochen altes, männliches Kaninchen. Es bekommt allmälig 10 Theilstriche Chloralhydrat bevor mit der Operation überhaupt begonnen werden kann und dann nach Freilegung des Halsmarkes noch weitere 2 Theilstriche. Die Durchtrennung gelingt vom zweiten bis zum siebenten Halswirbel, darauf ist die Athmung anfänglich sehr schwach und oberflächlich aber beiderseitig. Es wird längere Zeit ($^1/_4$ Stunde) künstlich geathmet, und nun wird die Athmung beiderseitig tief diaphragmatisch. Reize, die von den vagi und den trigemini ausgeübt werden, haben wiederum gleiche Erfolge auf beide Zwerchfellshälften. Es werden nun die brachiales frei gelegt und mit Hartgummi-Platinelectroden behufs electrischer Reizung, wie oben bereits angegeben wurde, versehen, und auch von diesen aus erhält man nach einseitigen Reizen eines der beiden brachiales, von beiden Seiten auf beiden Seiten gleichzeitig Athmungsstillstand oder auch nur gleichmässige Verlangsamung je nach der Intensität des Reizes.

Die Untersuchung zeigt den Schnitt in der Ausdehnung vom zweiten bis siebenten Halswirbel vorne sowohl wie hinten genau median verlaufend.

Was die Menge des angewandten Chloralhydrats anbetrifft, so habe ich oben bereits gesagt, dass es mir bei allen schwarzen Thieren auffiel, dass sie mehr Chloralhydrat verlangten. Dieses Thier speciell zeigte sich ganz besonders resistent gegen die Chloralnarkose, und kann ich mir diese Erscheinung nur so erklären, dass die ersten vier Theilstriche, die in die Bauchhöhle injicirt wurden, vielleicht aus Versehen, ich habe die erste Injection in diesem Falle nicht selbst gemacht, in den Darm gelangt sind und so ohne Wirkung blieben, von den anderen Dosen weiss ich sicher, dass sie nicht in den Darm gelangt sind, und es bleiben da immerhin noch acht Theilstriche übrig, die zur Narkose nöthig waren.

Versuch XV. Kleines, graues, 7 Wochen altes, männliches Kaninchen bekommt zunächst 3, später noch $1^1/_2$ Theilstriche Chloralhydrat. Die Durchschneidung wird ausgeführt vom ersten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel. Die Athmung geht nur auf der rechten Seite gut fort, während es auf der linken Seite hin und wieder den Anschein hat, als mache sie kleine mit der rechten Seite synchronische Athmungen, doch wird diese Hälfte jedenfalls nur von der rechten Seite, wenn die Contractionen derselben zufällig etwas stärker waren, mitgezogen sein. Die Vagi werden frei präparirt und electrisch gereizt. Bei einem Daniell'schen Element und einem Rollenabstand des Dubois'-

schen Schlittenapparates von 25 cm, wird die Athmung der rechten Seite von beiden Vagi aus gleichmässig verlangsamt, bei 18 cm ebenfalls von beiden Seiten aus zum Stillstande gebracht. Die Reizung des Trigeminus ergiebt wieder dieselben Resultate wie früher.

Die Durchtrennung hat stattgehabt vom ersten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel und zwar verläuft der Schnitt hinten genau median, vorne ist er in der Höhe zwischen dem ersten und zweiten Halswirbel etwas nach links abgewichen, kehrt aber sofort in die Medianlinie zurück und bleibt genau in derselben bis zum Schlusse.

Versuch XVII. 10 Wochen altes, graues, weibliches Kaninchen bekommt zunächst 5, später noch $1^1/_2$ Theilstriche Chloralhydrat. Die Durchschneidung wird ausgeführt vom ersten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel. Die Athmung geht beiderseitig fort. Nun wird der linke Vagus unterbunden, worauf die Athmung 5 Minuten lang steht, dann verlangsamt weiter geht sich allmälig wiederholend. Nachdem sie zu alter Frequenz zurückgekehrt ist, wird der rechte Vagus unterbunden, worauf sich dieselbe Erscheinung nur prägnanter wiederholt. Bei electrischer Reizung der Vagi erhält man bei 18 cm Rollenabstand von beiden Seiten aus auf beiden Seiten Stillstand der Respiration, bei 20 cm nur Verlangsamung ebenfalls mit gleichem Erfolg von beiden Seiten auf beiden Seiten. Die electrische Reizung der Brachiales liefert auch bei 15 cm Rollenabstand von einer Seite aus auf beiden Seiten Athmungsstillstand, desgleichen die Reizung der Ischiadici. Es soll nachträglich noch die Spitze des Calamus scriptorius durchtrennt werden, dabei hört jedoch das Thier zu athmen auf und ist auch nicht mehr durch künstliche Athmung zu erneuter Respiration zu bringen.

Die Untersuchung des Schnittes zeigt ihn vorne wie hinten genau median vom ersten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel verlaufend.

Versuch XVIII. Kleines, schwarzes, fünf Wochen altes, weibliches Kaninchen bekommt zunächst 6, später noch 2 Theilstriche Chloralhydrat. Nach der Durchschneidung der Medulla spinalis vom ersten bis siebenten Halswirbel athmet das Thier nur auf der linken Seite. Reize des linken Brachialis haben dieselbe Wirkung auf die Athmung, wie die des rechten. Es wird die Medulla oblongata in der Höhe der Spitze des Calamus scriptorius quer durchtrennt, worauf die Athmung still steht.

Das Mark ist vom ersten bis siebenten Halswirbel vorne sowohl wie hinten fast genau median durchtrennt, nur in der Höhe des dritten Halswirbels weicht der Schnitt vorne um ein Minimum (kaum $^1/_2$ mm) von der Medianlinie ab, in die er sofort wieder zurückkehrt. Die quere Durchtrennung hat in der Höhe der Spitze des Calamus scriptorius stattgehabt.

Das Resultat dieser Versuchsreihe ist also in kurzen Worten folgendes: Es lässt sich das in dem Halsmarke enthaltene Athmungscentrum durch einen Längsschnitt in zwei Hälften theilen,

die beide ruhig weiter thätig bleiben, wenn der Schnitt sich genau in der Medianlinie gehalten hat, doch genügt eine geringfügige Abweichung nach einer der beiden Seiten, um die Thätigkeit der betreffenden Zwerchfellhälfte sofort aufzuheben.

Wenn beide Hälften athmen, so thun sie dieses stets regelmässig und synchron und jeder Reiz der vom vagus oder trigeminus oder brachialis oder ischiadicus ausgeht, übt gleiche Wirkung auf beide athmende Hälften. Es besteht also in der medulla oblongata ein regulirendes Centrum, von welchem aus die in dem Halsmarke enthaltenen Centren kontrollirt werden.

In der zweiten Versuchsreihe wurde nun also dieses regulirende Centrum auch noch gespalten.

Versuchsreihe II.

Versuch XIV. Dieser Versuch wurde, wie ja auch die Nummer zeigt, eigentlich innerhalb der Versuchsreihe I gemacht, ergab aber ganz andere Resultate, die so frappant den bis dahin gefundenen geradezu widersprachen, dass ich sie mir anfänglich nicht erklären konnte. Die spätere Untersuchung des gehärteten Markes hat nun aber ergeben, dass zufällig der Schnitt bereits in der Spitze des Calamus scriptorius begann anstatt dicht unterhalb derselben, sodass der Versuch also in die Versuchsreihe II gehört, wohin er mit seinen Resultaten allerdings auch genau hinpasst.

9 Wochen altes, graues, weibliches Kaninchen; es bekommt anfänglich 4, später noch $1^1/_2$ Theilstriche Chloralhydrat. Die Durchtrennung erfolgt vom Calamus scriptorius bis zum ersten Brustwirbel. Die Athmung persistirt nur auf der linken Seite. Nach Freilegung der Vagi verursacht ein electrischer Reiz bei 18 cm Rollenabstand von der linken, also der athmenden Seite aus Athmungsstillstand, während von der rechten, der nicht athmenden Seite aus auch bei völlig übereinander geschobenen Rollen kein Einfluss auf die Athmung ausgeübt wird, sondern dieselbe geht ruhig rhytmisch auf der linken Seite fort. Dasselbe Resultat erhält man durch Reizung des Trigeminus. Es werden die Plexus brachiales freigelegt und auch von diesen übt nur der linke, d. h. der der gesunden Seite einen Einfluss aus, (bei 12 cm Rollenabstand Stillstand der Athmung), während auch die stärksten Ströme von der rechten Seite die Athmung nicht beeinträchtigen. Schliesslich werden auch noch die Ischiadici freigelegt und von diesen erhält man von beiden Seiten aus bei 10 cm Rollenabstand Athmungsstillstand.

Die Untersuchung des gehärteten Markes hat folgendes Ergebniss. Der Schnitt verläuft von der Spitze des Calamus scriptorius bis zur Höhe des zweiten Brustwirbels hinten genau in der Medianlinie, vorne biegt er in der Höhe des zweiten Halswirbels nach rechts aus und verläuft von da parallel mit der Medianlinie in einer Entfernung von 1 mm bis zum Schlusse.

Versuch XXIV. Kleines, graues, 4 Wochen altes, männliches Kaninchen. Es bekommt 3, später noch $1^1/_2$ Theilstriche Chloralhydrat. Die Durchtrennung wird gemacht von dem unteren Winkel der Rautengrube an bis zum letzten Halswirbel. Die Athmung besteht nur auf der rechten Seite. Auf Reiz des rechten Vagus bei 25 cm Rollenabstand Stillstand der Athmung, vom linken Vagus auch bei 10 cm noch kein Einfluss. Weiter wurde der Versuch nicht gemacht.

Der Schnitt geht von dem unteren Winkel der Rautengrube bis zum ersten Brustwirbel, hält sich hinten genau in der Medianlinie, vorne weicht er nur in der Höhe des Calamus scriptorius um $^1/_2$ mm nach links ab, lenkt dann wieder in die Medianlinie ein und verläuft in derselben bis zu seinem Ende.

Versuch XXVI. 8 Wochen altes, schwarzes, männliches Kaninchen bekommt anfänglich 6, später noch 2 Theilstriche Chloralhydrat. Da das Thier wiederholentlich bei der Durchtrennung des Markes zuckt, muss dieselbe öfter unterbrochen und immer wieder von Neuem begonnen werden. Sie gelingt schliesslich von dem unteren Winkel der Rautengrube bis zum 7ten Halswirbel. Das Thier athmet nach der Operation beiderseitig. Die Electroden werden an die vagi angelegt und man bekommt sofort ungleichmässige Athmung schon herbeigeführt durch das Anlegen der Elektroden allein.

Bei Reizung des linken vagus bei 18 cm Rollenabstand Aufhören der Athmung nur auf der linken Seite, während die rechte ruhig weiter athmet; ebenso bei Reizung des rechten vagus nur Stillstand der rechten Zwerchfellhälfte, während die linke ruhig weiter athmet. Leider kam das Thier darauf sehr bald zum exitus, sodass weitere Versuche nicht angestellt werden konnten.

Der Schnitt lief von der Spitze des calamus scriptorius bis zum 7ten Halswirbel und zwar bis zum 4ten Halswirbel sowohl vorne wie hinten vollkommen median, von da ab biegt er vorne nach links ab und vom 6ten Halswirbel auch hinten, sodass in der Höhe des 6ten und 7ten Halswirbels der Schnitt nur noch in der Substanz der linken Markhälfte verläuft.

Versuch XXVIII. 8 Wochen altes, graues, weibliches Kaninchen bekommt 4, später noch $1^1/_2$ Theilstriche Chloralhydrat. Der Schnitt wird geführt von der unteren Spitze der Rautengrube bis zum letzten Halswirbel. Die Athmung persistirt nur links. Vom linken vagus aus bei 20 cm Rollenabstand Stillstand der Athmung, vom rechten kein Erfolg. Darauf werden die Electroden an die brachiales angelegt, und auch hier lässt sich ein Einfluss auf die Athmung nur von der gesunden Seite aus erzielen, indem sie bei 16 cm Rollenabstand steht, während von dem rechten plexus brachialis aus kein Einfluss ausgeübt wird.

Der Schnitt verläuft hinten genau median in einer Ausdehnung vom calamus scriptorius bis zum 7ten Halswirbel, vorne weicht er in der Höhe des 2ten Halswirbels um $^1/_2$ mm nach rechts ab, kehrt aber gleich wieder in die Medianlinie zurück, um darin bis zum Schluss zu verlaufen.

Versuch XXX. Kleines, graues, 6 Wochen altes, weibliches Kaninchen bekommt 4, später noch 2 Theilstriche Cloralhydrat. Der Schnitt wird gemacht von der Spitze der Rautengrube bis zum 6ten Halswirbel. Die Athmung steht links und geht nur rechts weiter. Vom rechten vagus bekomme ich bei 20 cm Rollenabstand Stillstand, während ich vom linken auch bei 10 cm noch keinen Erfolg habe. Von den ischiadici erhalte ich bei 15 cm von beiden Seiten aus Stillstand.

Der Schnitt läuft vom calamus scriptorius bis zum 7ten Halswirbel hinten genau median, vorne jedoch ist er bereits in der Höhe des 1ten Halswirbels um 1 mm nach links abgewichen und verläuft in dieser Entfernung seiner ganzen Länge nach parallel mit der Medianlinie.

Versuch XXXI. 7 Wochen altes, graues weibliches Kaninchen, erhält 4, später noch $1^1/_2$ Theilstriche Chloralhydrat. Die Durchtrennung des Halsmarkes gelingt von der Spitze der Rautengrube an bis zum 7ten Halswirbel. Nach der Operation athmet das Thier beiderseitig. Auf Reize der vagi, auch der trigemini kann man Verlangsamung oder auch Stillstand der betreffenden einen Zwerchfellhälfte erzielen. Es wird nun die medulla spinalis von der medulla oblongata dicht unterhalb der Spitze des calamus scriptorius abgetrennt, darauf steht die Athmung still und es ist auch durch Strychnin weder spontan noch reflectorisch eine Athmung zu erzielen. Der Schnitt verläuft in seiner ganzen Ausdehnung vom calamus scriptoris bis zum 7ten Halswirbel genau median sowohl vorne wie hinten, und die Abtragung des Halsmarkes von der medulla oblongata ist durch einen glatten Schnitt dicht unterhalb der Spitze des calamus scriptorius gelungen.

Das Resultat dieser zweiten Reihe von Versuchen ist demnach folgendes: Wenn man mit dem Halsmarke zugleich auch die Spitze des calamus scriptorius durchtrennt, so haben Reize, die die vagi, trigemini oder brachiales treffen, nur einseitige Wirkung und zwar auf derselben Seite des ausgeübten Reizes, während Reize, die vom ischiadicus ausgehen, auch in diesem Falle noch auf beide Seiten wirken.

Wie ich in der Disposition meiner Versuche angab, war es mein Vorhaben diesen beiden Versuchsreihen noch eine dritte an zu fügen, welche die longitudinale Durchtrennung des Halsmarkes nach voraufgegangener Abtragung der medulla oblongata dicht unterhalb der Spitze des calamus scriptorius bezwecken sollte. Ich habe auch einige Versuche in diesem Sinne angestellt, ohne jedoch dabei irgend etwas erreicht zu haben, indem die Thiere den zweiten Eingriff im Halsmarke nach der bereits voraufgegangenen Rückenmarksdurchtrennung nicht mehr vertrugen, sondern sofort zu athmen aufhörten, und keine Athmung weiter weder durch Strychnin-

vergiftung noch durch längere Zeit fortgesetzte künstliche Respiration zu erhalten war. Nach einigen in diesem Sinne unnütz geopferten Thieren, nahm ich daher von weiteren Versuchen Abstand, zumal ich auch von einem gelungenen Versuche keine Beweise weiter erwarten durfte, die ich nicht bereits durch die angeführten Versuche erhalten hätte.

Was ich nun durch diese Arbeit beweisen wollte und auch glaube bewiesen zu haben ist folgendes:

Ausgehend von der Voraussetzung, dass im Cervicalmarke automatisch wirksame Athmungscentren enthalten seien, wie es durch die am Anfange dieser Arbeit angeführte Literatur bewiesen ist, wollte ich untersuchen ob diese Centren, ähnlich wie das in der medulla oblongata enthaltene, theilbar seien in der Art, dass sie gesondert für je eine Körperhälfte functioniren könnten, zumal Schiff[1]) gefunden hat, dass die Fortleitung der Empfindung in jeder Rückenmarkshälfte gesondert möglich ist. Das Resultat stellt sich nun so:

I. Es lassen sich die cervicalen Centren durch einen longitudinalen Schnitt von einander trennen, ohne dass die Athmung irgend eine Veränderung erfährt, so lange die Durchtrennung genau in der Mittellinie geschehen ist. Schon eine minimale Abweichung von letzterer nach einer der beiden Seiten hat den Stillstand der Athmung auf der betreffenden Seite zur Folge. Jedoch erst vom 4. Halswirbel an aufwärts. Bei meinen ersten Versuchen, bei denen ich die Durchtrennung des Markes von unten begann nach oben aufsteigend, habe ich vielfach die Erfahrung gemacht, dass selbst gröbere Abweichungen nach der Seite, unterhalb des 4. Halswirbels auf die Athmung nicht störend einwirkten, das Thier machte regelmässig energische, zuckende Bewegungen, sobald sich diese aber beruhigt hatten, ging die Athmung wieder beiderseitig normal fort, wenn aber die Abweichung von der Mittellinie vom 4. Halswirbel an aufwärts stattgefunden hatte, traten zunächst auch dieselben Zuckungen ein, bei ihrem Aufhören jedoch stand regelmässig die eine Seite der Athmung still, und wie die spätere Untersuchung erwies regelmässig die Seite, auf welcher die Verletzung stattgehabt hatte. Dieses Faktum ist auch aus den angeführten Ver-

1) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bahr 1858—1859, S. 264.

suchen leicht ersichtlich, bei jedem verzeichneten Athmungsstillstand hat die später erfolgte Untersuchung eine Verletzung auf der betreffenden Seite zwischen der medulla oblongata und dem 4. Halswirbel ergeben, während Verletzungen unterhalb dieser Stelle von keinem Einflusse waren, wie theils die Erfahrungen bei der Operation selbst lehrten, wie oben bereits gesagt ist, theils der eine Versuch in sehr schöner Weise erkennen liess, bei welchem die Athmung beiderseitig bestanden hatte, obwohl der Schnitt vom 4. Halswirbel an nach links gewichen war, sodass er schliesslich vom 6. Halswirbel an ganz in der linken Markhälfte verlief. (Versuch 26.)

Es konnte also die Athmung nach longitudinaler Spaltung der spinalen Centren bei exacter Operation intact erhalten werden, sie konnte dann aber auch nicht durch einseitige Reize unregelmässig gemacht werden, so lange noch eine Communication des regulatorischen Centrums in der medulla oblongata durch die Gierke'sche Kreuzung von einer Seite zur anderen bestand. Erst sobald diese mit durchtrennt war, wurde die Athmung auf beiden Seiten ungleichmässig, und ich fand also:

II. Nach longitudinaler Durchtrennung des Halsmarkes und des calamus scriptorius bleibt die Athmung beiderseitig gleichmässig bestehen, wird aber auf Reize, die die vagi, trigemini und brachialis treffen ungleichmässig, während Reize der ischiadici auf beide Zwerchfellshälften gleichmässig wirken.

Lag schon ein Beweis für die Theilbarkeit des spinalen Athmungscentrums in dem Umstande, dass es möglich war die eine Hälfte der Zwerchfellsathmung durch geringe Verletzung einer Seite des Halsmarkes ausser Function zu setzen, während die andere thätig blieb, so ist in der zweiten Versuchsreihe noch ein erneuter Beweis dadurch geliefert, dass es gelungen ist beide Hälften thätig zu erhalten und ungleichmässig wirken zu lassen.

Wurde nur die Gierke'sche Kreuzung durchstochen, so gelang es von den brachiales aus nicht eine ungleichmässige Wirkung auf beide Zwerchfellhälften zu erzielen, da die spinalen Centren eben direct durch sensible Bahnen in Verbindung stehen. Waren diese sensiblen Bahnen allein durchtrennt, so war dieses auch nicht genügend, um einseitige Wirkung zu erhalten, da sich der Reiz auf das Centrum in der medulla oblongata fortpflanzte und von hier auf den motorischen Bahnen durch die Gierke'-

sche Kreuzung beiden Seiten der spinalen Centren zugeführt wurde. Wurde nun aber diese Brücke auch zerstört, so erhielt man von den brachialis aus einseitige Wirkung d. h. die beiden Hälften der spinalen Centren waren von einander getrennt und functionirten auf einseitigen Reiz auch nur einseitig, während sie auf Reize, die beide gleichmässig trafen z. B. von den ischiadici ausgehend auch gleichmässig reagirten. Es theilt sich eben der Reiz, der einen ischiadicus trifft, durch die quer verlaufenden, sensiblen Fasern im Rückenmarke auch der anderen Hälfte des Rückenmarkes noch unterhalb der Durchschneidungsstelle mit und übt gleichmässig auf beide spinalen Centren einen Impuls aus, der zur gleichmässigen Thätigkeit beider führt.

Es lässt sich also nicht nur das in der medulla oblongata enthaltene Centrum in zwei Hälften zerlegen, sondern auch die spinalen Centren im Cervicalmarke.

In wiefern lassen sich meine Resultate nun mit denen von Hénocque[1]) und Eloy gefundenen vereinbaren.

Ihren ersten Satz, dass man das Halsmark in seiner ganzen Länge spalten kann, ohne dass die Athmung nothwendiger Weise aufhöre, habe ich vollkommen bestätigen können. Ihren zweiten Satz, dass die Athmung einer Seite steht, sobald man die betreffende Halsmarkshälfte der Länge nach spaltet, habe ich ebenfalls bestätigen können, ausserdem aber noch gefunden, dass bereits eine geringe Verletzung einer Halsmarkshälfte dicht neben der Medianlinie genügt, um die Athmung der betreffenden Zwerchfellshälfte sofort aufzuheben. Der dritte Satz jedoch, den die beiden genannten Autoren aufstellen, stimmt mit meinen Resultaten durchaus nicht überein. Sie sagen, wenn man ein Halsmark der Länge nach gespaltet hat, so kann man diesem longitudinalen Schnitt nach einer Seite quere Durchschneidungen einer Hälfte des Markes hinzufügen und erhält dabei verschiedene Resultate.

Schon der Umstand, dass die genannten Autoren selbst angeben, verschiedene Resultate erhalten zu haben, spricht nicht für die Zuverlässigkeit ihrer Beobachtungen, einmal soll nach einem solchen Schnitt zwischen dem dritten und vierten Halswirbel bei einer Katze die Athmung völlig d. h. beiderseitig aufgehört haben, das andere Mal hört die Athmung nach einer halbseitigen Durch-

1) a. a. O.

schneidung über der vierten Spinalwurzel also am unteren Ende des vierten Halswirbels für 8 Minuten auf und kehrt dann wieder, und das dritte Mal wird die eine Halsmarkhälfte in verschiedenen Höhen im dritten, vierten, sechsten und siebenten Intervertebralgelenke durchtrennt und erst nach dem letzten Schnitt hört die Athmung auf. Ob die genannten Autoren bei diesen Versuchen sich jedesmal nach ausgeführtem Längsschnitte von der doppelseitigen Athmung überzeugt haben, steht nicht angegeben, und ich glaube es nicht, da ich einmal ihre Resultate sonst mit den meinigen nicht vereinen könnte, und dann schliesse ich es aus einer Bemerkung an einer anderen Stelle, wo über andere Versuche gesprochen wird und zwar über die Ausreissung der Wurzeln der nervi phrenici. Sie sagen an der Stelle[1]): „Wenn man die Wurzeln des phrenicus einer Seite ausreisst, so wird die Athmung unruhig, kurz, stossend und rundet sich erst allmälig ab, öffnet man nun das Abdomen, so sieht man, dass die eine Zwerchfellshälfte sich nicht mehr kontrahirt", ob diese aber ihre Thätigkeit sofort nach der Operation eingestellt hat, und ob die unruhigen Athmungen nur von der einen Zwerchfellshälfte ausgeführt sind, bleibt unentschieden. Daher glaube ich, dass auch in diesen Fällen die Beobachtung des Zwerchfelles von vorne herein unterblieben ist, andererseits aber kann man von aussen kaum erkennen, ob eine oder beide Zwerchfellshälften athmen. Ausserdem habe ich gerade in den Fällen, in denen es mir darauf ankam, genau den Verlauf des Schnittes zu wissen, eine Angabe darüber, die auf eine spätere, exacte Untersuchung hätte schliessen lassen, vermisst, so dass ich in einigen Fällen in Ungewissheit geblieben bin, ob die Schnitte auch in Wirklichkeit den Verlauf gehabt haben, den sie hätten haben sollen. Ich nehme daher an, dass im ersteren Falle entweder nur die linke Hälfte noch in Thätigkeit gewesen ist, und nach der Durchtrennung dieser Seite des Halsmarkes auch aufgehört hat zu athmen, oder dass beim Eingehen mit dem Messer zur queren Durchtrennung auch die rechte Seite dicht neben der Medianlinie etwas verletzt ist, was nach meinen Versuchen zur Aufhebung der Athmung genügt, und so auch diese Hälfte ausser Function gesetzt ist, auch wenn sie vorher geathmet hat. Der zweite Versuch stimmt mit meinen Erfahrungen überein, denn unterhalb des vierten Halswirbels habe auch ich die Seiten des

1) Comptes rendus. Jahrgang 1882, S. 574.

Halsmarkes verletzen können ohne Athmungsstillstand zu erhalten. Die für kurze Zeit eingetretene Apnoe findet ihre Erklärung in dem mit dem Eingriff verbundenen Reiz.

Den dritten Fall kann ich mir wieder nur dadurch erklären, dass die betreffende Seite entweder überhaupt nicht mehr geathmet hat und Zerstörungen ihrer Halsmarkshälfte in Folge dessen keinen Einfluss mehr hatte, oder wenn sie geathmet hat, so ist sie allein zum Stillstande gekommen, und die andere Hälfte kontrahirte sich ruhig fort und täuschte vollkommene Athmungen vor. Dass die Athmung bei Durchtrennung in der Höhe des siebenten Intervertebralgelenkes plötzlich stand, findet eine leichte Erklärung in einem zufälligen Reiz, den die allein noch athmende Seite bei Gelegenheit der Durchtrennung der anderen Seite traf und genügte das an und für sich durch die Operation bereits geschwächte Centrum ganz zum Verlöschen zu bringen. Wer Operationen am Halsmarke zu Athmungsversuchen gemacht hat, wird es erfahren haben, wie oft die minimalsten Schädlichkeiten genügen, um die bereits geschwächten Athmungscentren abzutödten, und wie andererseits die Eröffnung der Bauchhöhle zur directen Untersuchung der Zwerchfellsthätigkeit durchaus nothwendig ist, da man durch den äusseren Augenschein zu leicht getäuscht werden kann.

Durch den Nachweis, dass im Spinalmarke automatisch wirksame Athmungscentren liegen, die ebenso wie das in der medulla oblongata enthaltene theilbar sind und ihre gesonderten Functionen für je eine Seite des Zwerchfells haben, dürfte zur Genüge erwiesen sein, dass ein alleiniges Athmungscentrum in der medulla oblongata nicht vorhanden ist, und ohne dem verlängerten Marke den wichtigen Einfluss absprechen zu wollen, den es auf die Athmung hat, müssen wir ihm doch spinale Centren zur Seite stellen, die nicht minder wichtig sind.

Wer freilich ein einheitliches Coordinationscentrum für den gesammten Athmungsmechanismus verlangt, der hat dasselbe in der augenblicklichen Lösung der Frage auch nicht gefunden, doch liegt kein Grund vor, die automatisch wirkenden Centren in die medulla spinalis zu verlegen, zusammenfallend mit den Kernen der die Athmungsmuskulatur versorgenden Nerven, für welche dann in der medulla oblongata ein regulirendes Centrum enthalten ist ebenso wie sich ja daselbst auch ein regulirendes Centrum für die Herzthätigkeit befindet.

Ueber den Modus der Harnstoffausscheidung beim Menschen.

Von

Dr. Carl Genth,
prakt. Arzt zu Langen-Schwalbach.

Hierzu Tafel III.

In den zahlreichen Untersuchungen, welche über die Harnstoffausscheidung und deren Veränderungen durch verschiedene Einflüsse angestellt worden sind, begegnet man häufig grossen Widersprüchen. Die Einen wollen unter denselben Bedingungen Vermehrung, die Anderen Verminderung des Harnstoffs gefunden haben. Während die meisten Forscher darüber einig sind, dass Wassergenuss die Harnstoffausscheidung erhöht, fanden Seegen und Fraenkel keine oder fast keine Vermehrung; dieselben Differenzen herrschen in Bezug auf verschiedene Salze, welche man als Medicamente der Nahrung zusetzte, ja ein und derselbe Forscher (Seegen) fand bei Untersuchungen über die Wirkungen des Carlsbader Mühlbrunnens an sieben Personen ganz entgegengesetztes Verhalten. Zur Erklärung dieser Widersprüche hat man gewöhnlich angeführt, dass die Autoren es versäumt hätten, ihren Körper in den Zustand des Stickstoffgleichgewichtes zu bringen, bevor sie mit ihren Experimenten begannen, dass die analytischen Methoden mangelhaft gewesen seien etc. etc. In vielen Fällen, namentlich in den älteren Untersuchungen, mag man damit auch das Richtige getroffen haben. Doch giebt es auch noch andere Fehlerquellen, welche darauf beruhen, dass man den Modus der Harnstoffausscheidung, wie er sich bei Menschen im Stickstoffgleichgewicht ausbildet, nicht genau kannte und demgemäss bei den Untersuchungen unberücksichtigt liess. Ich hoffe in den folgenden Zeilen nachzuweisen, dass die Unkenntniss dieser Fehlerquelle manche dieser Widersprüche erklärt und dass dieselbe

mindestens ebenso verhängnissvoll werden kann als die oben angeführten.

Die Ausscheidung des Harnstoffs ist selbst bei Menschen, welche sich im vollkommensten Gleichgewicht der Stickstoffeinnahmen und -ausgaben befinden, niemals von einem zum anderen Tage gleich gross, sie ist bald höher, bald geringer. Dies ist längst bekannt. Wollte man deshalb die Normalausscheidung desselben kennen lernen, welche der Beurtheilung der Veränderungen desselben durch verschiedene Einflüsse zu Grunde gelegt werden musste, so begnügte man sich nicht damit, die Ausscheidungsgrösse eines einzelnen Tages kennen zu lernen, sondern man suchte stets Mittelzahlen zu gewinnen, welche aus den Resultaten einer Reihe von Tagen berechnet wurden. Zeigte sich nun nach Einführung eines Arznei- oder Nahrungsmittels, nach starker körperlicher Bewegung und dergleichen eine Aenderung in der Harnstoffausscheidung, so schloss man auf einen causalen Zusammenhang zwischen beiden. Dieser Schluss, welcher bis jetzt unbeanstandet war, ist nur bedingungsweise richtig, d. h. es muss als ein unberechenbarer Zufall angesehen werden, wenn eine solche Beobachtung, welche an einem beliebigen Tage angestellt wurde, das factische Verhältniss zwischen Ursache und Wirkung richtig wiedergiebt. Allein auch dann, wenn ein solcher Versuch an mehreren Tagen hintereinander wiederholt wird, ist keine Garantie vorhanden, dass das Resultat, respective die aus den Analysen mehrerer Tage berechneten Mittelzahlen richtig sind. Richtig sind sie nur dann, wenn sie aus einer Reihe ganz bestimmter Tage, welche eine genau abgegrenzte Ausscheidungsperiode des Harnstoffs zusammensetzen, gewonnen sind.

Zur Erkenntniss dieser Thatsache führten mich längere Zeit andauernde und zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen angestellte Untersuchungen über den Einfluss von Eisensalzen auf den Stoffwechsel. Die Ergebnisse quoad Eisen waren freilich negativ, soweit sie wenigstens die Harnstoffausscheidung betreffen; gerade dadurch gewann ich, ohne es ursprünglich zu beabsichtigen, längere Untersuchungsreihen, bei welchen keinerlei Bedingungen störend auf den Gang der Harnstoffausscheidung einwirkten.

Die Untersuchungszeit, auf welche sich meine Darstellung hauptsächlich basirt, fiel vom 23. Januar bis zum 30. März 1884.

Ich befand mich während dieser Zeit vollständig wohl. Mein Urin war frei von pathologischen Beimengungen. Die Diät war ohne Ausnahme stets die gleiche und bestand aus 265 gr Fleisch, 215 gr Brod, 150 gr Kartoffeln, 50 gr Gerstengries, 55 gr Butter, 21 gr Zucker, 575 ccm Milch, 250 ccm Bier und 100 ccm Wein. Dieselbe enthielt, durch Berechnung nach Königs Tabellen gefunden, 16,29 gr Stickstoff. Nachdem ich 10 Tage lang diese Nahrung zu mir genommen hatte, fing ich mit den Untersuchungen an. Dieselben erstreckten sich auf Bestimmung des Körpergewichtes, der 24stündigen Menge und des specif. Gewichtes des Urins, aus welchen die festen Bestandtheile nach der bekannten Methode berechnet wurden, ferner auf Bestimmung des Harnstoffs, der Harnsäure und der Chloride des Urins.

Der Untersuchungstag begann Morgens 8 Uhr und endete zu derselben Zeit am nächst folgenden Tage. Nach Entleerung der Faeces und des Urins wurden die Wägungen auf einer genau gehenden Decimalwage vorgenommen. In der Tabelle beziehen sich die Zahlen für das Körpergewicht jedesmal auf den abgelaufenen Tag, so dass dieselben das Resultat der in derselben Reihe verzeichneten Veränderungen repräsentiren. Zum Nachweis des Harnstoffs bediente ich mich der von Pflüger modificirten Liebig'schen Titrirung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd, die Chloride wurden durch Fällung mit Höllensteinlösung bestimmt, die Harnsäure durch Zusatz von Salzsäure auscrystallisirt und gewogen. (Siehe Neubauer u. Vogel, Ed. VIII, §§ 47, 49 u. 57.)

Was die Anordnung der Versuche betrifft, so wurde in den ersten 35 Tagen nur die oben erwähnte Diät eingenommen, unmittelbar darauf während 16 Tagen 1000 ccm sehr reines Süsswasser (Wiesbadener Leitungswasser mit nur 0,02—0,03 pro mille festen Bestandtheilen und höchst unbedeutendem Kohlensäuregehalt) getrunken. Hierauf folgen wiederum 5 Tage ohne Wassergenuss und zuletzt wieder 12 Tage, an welchen 1000 ccm künstliches kohlensaures Wasser (nach Struve) getrunken wurden. Die Resultate meiner Untersuchung theile ich vom 14ten Tage an mit; vor dieser Zeit war noch kein Stickstoffgleichgewicht eingetreten.

I. Reihe.

Zusatz zur Normaldiät.	Laufende No.	Körpergewicht	24-stündige Urinmenge.	Specifisches Gewicht.	Feste Bestandtheile.	Harnstoff.	Harnsäure.	Chloride.
Keinen	1	64500	1150	1,0240	64,30	34,20	0,609	11,50
	2	64500	1100	1,0245	62,79	34,00	—	11.56
	3	64600	1200	1,0230	64,30	32,59	—	11,52
	4	64600	1300	1,0205	62,09	33,00	—	9,62
	5	64500	1150	1,0260	69,66	30,90	—	13,24
	Mittel	**64540**	**1180**	**1,0236**	**64,62**	**32,94**	**0,609**	**11,32**
	6	64600	1100	1,0260	66,63	33,45	—	11,00
	7	64500	1000	1,0265	61,74	31,38	—	9,00
	8	64700	1120	1,0270	70,45	30,85	1,103	13,44
	Mittel	**64600**	**1073**	**1,0265**	**66,27**	**32,90**	**1,103**	**11,49**
	9	64800	1150	1,0245	65,64	34,20	0,879	13,55
	10	64650	1500	1,0125	64,65	33,06	0,750	12.60
	11	64650	1490	1,0200	69,43	32,55	1,027	13,11
	12	64650	1260	1,0220	64,58	31.91	1,323	11,84
	Mittel	**64687**	**1350**	**1,0195**	**66,05**	**32,93**	**0,995**	**12,27**
	13	64350	1360	1,0205	64,96	33,72	1,031	11,15
	14	64350	1150	1,0250	66,98	33,60	0,862	11,50
	15	64350	1100	1,0250	64,97	34,44	0,874	11,44
	16	64400	1120	1,0245	63.93	32,59	0,756	11,20
	17	64350	1290	1,0225	67,62	32,64	0,714	12,50
	Mittel	**64400**	**1204**	**1,0235**	**66,07**	**33,36**	**0,847**	**11,57**
				II. Reihe.				
1000 ccm Süsswasser	18	64690	2000	1,0140	65,24	35,49	0,600	11.60
	19	64470	2600	1,0110	66,68	36,36	0,524	13,00
	20	64100	2280	1,0125	66,40	31,56	0,638	12.31
	21	64300	2120	1,0120	59,27	30,25	0,530	9,75
	22	64000	2430	1,0110	61,18	31,68	1,227	11,17
	Mittel	**64312**	**2286**	**1,0121**	**63,74**	**33,11**	**0,704**	**11,56**
	23	64350	2400	1,0145	81,08	40,24	0,780	13,44
	24	64150	2300	1,0130	69,66	33,78	0,747	13,80
	25	64050	2460	1,0100	57,31	30,73	1,033	11,07
	26	64000	2400	1,0100	55,92	29,28	0,600	10,56
	27	64500	1760	1,0130	53,31	29,92	0,501	8,80
	Mittel	**64210**	**2264**	**1,0121**	**63,45**	**32,80**	**0,732**	**11,53**
	28	64350	2350	1,0110	60,33	39,07	0,940	11,75
	29	64100	2200	1,0125	64,07	31,65	0,770	14,08
	30	64450	2050	1,0125	59,60	31,65	0,697	6,75
	31	63800	2650	1,0100	61,74	31,00	0,410	11,66
	32	63850	2100	1,0125	61,16	30,51	0,462	9,66
	Mittel	**64240**	**2270**	**1,0117**	**61,40**	**32,77**	**0,656**	**10,80**
	33	63870	2200	1,0130	66,63	34,01	0,990	11,44
Kein Wasser getrunken *)	34	64000	1200	1,0230	64,30	31,84	0,750	10,80
	35	64000	1150	1,0240	64,31	31,99	0,764	12,40
	36	63800	950	1,0265	58,65	26,62	0,688	11,26
	37	63670	1100	1,0265	67,91	33,88	0,819	11,88
	38	63500	1030	1,0275	65,99	31,89	0,772	15,08
	Mittel	**63800**	**1086**	**1,0234**	**64,63**	**31,62**	**0,797**	**12,14**

*) Besteht eigentlich aus zwei Perioden, wie sie in der Curventafel auch getrennt erscheinen. Sie sind der Kürze halber bei der Berechnung der Mittelzahlen zusammengefasst.

III. Reihe.

Zusatz zur Normaldiät.	Laufende No.	Körpergewicht.	24-stündige Urinmenge.	Specifisches Gewicht.	Feste Bestandtheile.	Harnstoff.	Harnsäure.	Chloride.
1000 ccm	39	64300	1450	1,0180	61,81	33,57	0,790	10,78
kohlensaures	40	64000	2000	1,0145	67,57	33,00	0,710	13,20
Wasser nach	41	64100	1800	1,0150	62,91	30,86	0,576	12,60
Struve	42	64000	2000	1,0150	69,90	30,91	0,510	15,20
	43	63965	2100	1,0125	61,16	31,20	0,598	11,34
	Mittel	**64073**	**1870**	**1,0150**	**64,67**	**31,90**	**0,638**	**12,61**
	44	63800	2100	1,0145	70,94	38,85	0,483	12,60
	45	63800	2150	1,0120	60,11	28,21	0,602	12,68
	46	63700	1600	1,0155	57,78	27,87	0,568	10,56
	47	63700	2160	1,0120	60,39	26,47	0,658	12,52
	Mittel	**63750**	**2002**	**1,0135**	**62,30**	**30,35**	**0,578**	**12,09**
	48	—	2600	1,0100	60,58	30,79	0,468	13,52
	49	63700	2150	1,0130	65,12	29,62	—	12,90
	50	63600	2100	1,0130	63,60	29,79	0,682	12,18
	Mittel	**63650**	**2283**	**1,0120**	**63,10**	**30,03**	**0,575**	**12,86**
Kein Wasser	51	63600	1300	1,0230	69,66	30,98	0,682	14,30
getrunken	52	63600	1320	1,0225	69,20	29,71	0,795	14,25

Ich bespreche zunächst die Ausscheidung des Harnstoffs. Die mittlere tägliche Grösse desselben beträgt in der ersten Reihe 32,88 gr mit einem Stickstoffgehalt von 15,25 gr. Meine Nahrung enthielt 16,29 gr. Demnach sind für die übrigen Ausscheidungswege des Harnstoffs 1,04 gr übrig, ein Verhältniss, welches erfahrungsgemäss als richtig angesehen werden kann. Ich befand mich demnach während dieser Zeit fortwährend im Stickstoffgleichgewicht. Auch in der zweiten Reihe ändert sich anfangs nichts an diesem Verhältniss. Die mittlere tägliche Harnstoffausscheidung aus den ersten 15 Tagen beträgt 32,87. Während der letzten 6 Tage sinkt dieselbe jedoch auf 31,62. Dieses Sinken macht sich noch mehr in der 3ten Reihe bemerklich. In dieser beträgt die mittlere tägliche Ausscheidung nur 30,39 mit 14,10 Stickstoff; mithin treten im Urin 1,15 gr Stickstoff weniger auf, als in den ersten zwei Drittheilen der Untersuchungszeit. Auch in den beiden Tagen, welche noch folgen, und während welcher kein Wasser getrunken wurde, dauert das Sinken fort. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als man allgemein annimmt, dass unter dem Einflusse des Wassertrinkens die Harnstoffausscheidung steige. Dass ich während dieser Zeit keine stickstoffhaltige Substanz am Kör-

per angesetzt hatte, beweisen die Zahlen für das Körpergewicht, welche vom Anfang bis zum Ende continuirlich sinken. Das Deficit muss deshalb auf einem andern Wege ausgeschieden worden sein, als durch die Nieren. Am wahrscheinlichsten ist es mir, dass dies durch den Darm geschehen ist. Leider habe ich keine Bestimmungen des Stickstoffgehaltes der Faeces gemacht, ich kann also meine Ansicht nicht mit Zahlen belegen. Auf der andern Seite aber kann ich der Analyse der Faeces keinen hohen Werth beilegen, weil sie stets im Unklaren lässt, ob die darin gesuchten und gefundenen Stoffe — in diesem Falle der Stickstoff — aus dem Säftekreislauf in den Darm ausgeschieden, also vorher aus der Nahrung resorbirt waren, oder als unresorbirte Reste der Nahrung erscheinen. Aus verschiedenen Gründen aber ist es mir wahrscheinlich, dass letzteres in meinem Falle die Ursache der verminderten Harnstoffausscheidung war. Mein Wohlbefinden war zwar in keiner Weise gestört; namentlich zeigten sich keinerlei erhebliche Symptome gestörter Verdauung. Nachgerade aber fing die einförmige Nahrung an, mich anzuwidern; ich hatte oft Mühe, das vorgeschriebene Quantum zu verzehren, fühlte auch in den letzten Tagen nach den Mahlzeiten einen leichten Druck im Epigastrium und hatte öfters Blähungen. Als ich darauf die Normaldiät aussetzte und nur nach Bedürfniss ass und trank, verschwanden diese geringfügigen Erscheinungen sofort. Ich nahm entschieden weniger stickstoffhaltige Nahrung ein, als zuvor: die Milch fiel ganz aus, Fleisch wurde kaum zur Hälfte verzehrt, dagegen 1—2 Eier genossen und bedeutend mehr Vegetabilien, nach welchen ich ein ganz besonderes Verlangen hatte. Unter dieser Nahrung fiel mein Körpergewicht noch 5 Tage lang bis auf 62,870 und hob sich darauf wieder langsam. Die Harnstoffausscheidung sank im Mittel auf 24,16. Offenbar enthielt also meine Normaldiät mehr stickstoffhaltige Nahrungsmittel als das Bedürfniss meines Körpers in der letzten Zeit verlangte. Ich schliesse aus alle dem, dass seit dem 34. Tage meine Nahrung nicht mehr vollständig ausgenutzt wurde, dass weniger Stickstoff aus der Nahrung resorbirt, demnach auch weniger durch den Urin ausgeschieden wurde, dass das Deficit sich höchst wahrscheinlich in den Faeces als unresorbirter Rest vorgefunden haben würde, und dass die Gleichmässigkeit der Nahrung die Schuld an dieser Störung trug. Trotzdem das Stickstoffgleichgewicht auf diese Weise ge-

stört erscheint, glaube ich dennoch, dass dies auf den absoluten Werth der nun folgenden Resultate keinen Einfluss hat. Man muss nur festhalten, dass nach dem 34ten Tage 1,15 gr N. weniger aus der Nahrung resorbirt wurden. Die Resultate dieser Zeit sind also wohl unter sich vergleichbar, nicht aber direct mit denen aus der ersten Zeit. Man müsste, um gleichwerthige Zahlen zu erhalten, zu den Zahlen aus der letzten Zeit jedesmal 1,15 zuzählen. Allein es ist eine missliche Sache, bei derartigen Untersuchungen, welche die grösste Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit erfordern, solche Operationen vorzunehmen. Ich schloss demnach am 53ten Tage meine Untersuchungen vorläufig ab.

Ich bin auf diese Verhältnisse deshalb so ausführlich eingegangen, weil meine Erfahrungen darauf hinzudeuten scheinen, dass der Mensch nicht beliebig lange Zeit mit derselben Nahrung sich im Stickstoffgleichgewicht erhalten kann, und dass darin eine Fehlerquelle für derartige Untersuchungen liegt. Jedenfalls resultirt hieraus der Rath, bei Untersuchungen, welche längere Zeit in Anspruch nehmen, Unterbrechungen oder zweckentsprechende Aenderungen in der Diät eintreten zu lassen.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Harnstoffausscheidung nimmt unser Interesse nicht minder in Anspruch.

Man wird aus der Tabelle ersehen, dass die Harnstoffausscheidung nicht von einem zum anderen Tage in derselben Höhe erfolgt, sondern auf- und abschwankt. Diese Schwankungen erfolgen nach einem ganz bestimmten Gesetz, welches dahin lautet, dass die höheren Ausscheidungen jedesmal durch tiefere der Art compensirt werden, dass die mittlere tägliche Ausscheidungsgrösse aus allen zusammengehörenden Tagen jedesmal dieselbe ist. Diese zusammengehörenden Tage lassen sich ganz bestimmt gruppiren, so dass die ganze Reihe von Untersuchungstagen in mehr oder weniger regelmässige Perioden zerfällt. In der Tabelle sind dieselben dadurch kenntlich gemacht, dass am Ende jeder Periode jedesmal die Mittelzahlen aus derselben in gesperrter Schrift angegeben sind. Noch deutlicher werden diese Verhältnisse durch die beigegebene Curventafel, auf welche ich mich von nun an beziehen werde.

Jede Periode beginnt mit einer, oft erheblichen Steigerung, welche fast ausnahmslos auf den ersten Tag fällt. Dann folgt ein Abfall während der übrigen Tage. Häufig deutet eine geringe Steigerung

am letzten Tage auf die unmittelbar folgende grössere der nächsten Periode hin (N. V, VI, X, XII). Diese ist die typische Form der Perioden. Nicht immer aber wird dieser Gang eingehalten. Atypische Perioden zeigen manchmal kleine Schwankungen sowohl während des Steigens (N. IV) als auch während des Fallens (N. I, VIII). Dieselben sind jedoch niemals bedeutend, stets kurze Zeit anhaltend und erheben sich nur äusserst selten über die mittlere Ausscheidungsgrösse.

Typisch sind die Perioden stets, wenn der Körper über eine genügende Wassermenge zu verfügen hat, — atypisch, wenn aus dem einen oder anderen Grunde dieselbe vermindert ist. Dementsprechend zeigen die N. V, VI, VII, X, XI und XII, während welcher täglich 1000 ccm Wasser getrunken wurden, nur typische Ausscheidung, die übrigen Nummern atypische. Bemerkenswerth ist es jedoch, dass letztere stets nur auf den Anfang der Untersuchungsreihen ohne Wasser fallen, gegen das Ende derselben aber (mit Ausnahme einer einzigen N. IV) ebenfalls typisch werden. Es scheint hieraus zu folgen, dass diese atypischen Ausscheidungsperioden der Ausdruck der Störung im Gleichgewichtszustande des Wassers sind, und dass der Körper sich nach und nach an jede beliebige Wassermenge innerhalb gewisser Grenzen accommodirt.

Was die Dauer dieser Perioden anbetrifft, so sind sie nicht gleichlang. Mit Wassergenuss werden dieselben länger und regelmässiger. Meist hielten sie bei mir dann 5 Tage an. Ohne Wassergenuss werden sie kürzer und unregelmässiger in der Zeitdauer.

Auch in der Grösse der Ausscheidungen zeigen sich bemerkenswerthe Unterschiede. Wassergenuss führt zu hohen Steigerungen und tiefen Abfällen: Ohne Wassergenuss nähern sich beide mehr der mittleren Grösse. Im ersteren Falle erreichen jedoch die Steigerungen nicht stets dieselbe Höhe. Im Anfang ist dieselbe bedeutend und nimmt gegen das Ende langsam ab. Ohne Wassergenuss sind die Schwankungen unter sich ziemlich gleich.

Es erwächst nun zunächst die Frage, ob dieser Ausscheidungsmodus lediglich für meine Person Gültigkeit hat, oder ob es erlaubt ist, denselben als einen allgemein gültigen anzusprechen. Leider fehlt mir die Gelegenheit, meine Untersuchung an anderen, hinreichend zuverlässigen Individuen zu wiederholen. Ich bin jedoch in der Lage, diese Lücke einigermaassen durch fremde Be-

obachtungen auszufüllen. Da nur längere Beobachtungsreihen zu meinem Zwecke verwendbar sind, so ist das Material in der Literatur begreiflicher Weise nicht sehr reichhaltig.

Zunächst erinnere ich an August Genth, welcher dieselbe Beobachtung an sich gemacht zu haben scheint, ohne jedoch zur Erkenntniss dieses Ausscheidungsmodus gelangt zu sein. Seine Resultate, welche in der bekannten Schrift „Ueber den Einfluss des Wassertrinkens auf den Stoffwechsel" niedergelegt sind, sprechen aufs bestimmteste für die Periodicität der Harnstoffausscheidung, während man leider wegen der häufigen Unterbrechungen zu keiner Ansicht über die mittlere tägliche Ausscheidungsgrösse kommen kann. Ich habe mir die Mühe genommen, die Resultate seiner Analysen in chronologischer Reihe anzuordnen, in welcher natürlich auch die Tage angeführt werden mussten, an welchen keine Urinuntersuchungen vorgenommen, dagegen dieselben Untersuchungsbedingungen eingehalten wurden. August Genth fand:

I. Bei Genuss von 2000 ccm Wasser zwischen den Mahlzeiten.

21.—22.	Januar	50,250	I. Periode von 8 Tagen.
22.—23.	„	keine Bestimmung	
23.—24.	„	„ „	
24.—25.	„	„ „	
25.—26.	„	49,320	
26.—27.	„	keine Bestimmung	
27.—28.	„	„ „	
28.—29.	„	41,674	
29.—30.	„	45,173	II. Periode von 3 Tagen.
30.—31.	„	keine Bestimmung	
31. Jan.—1. Feb.	„	„	

II. Bei Genuss von 2000 ccm Wasser während der Mahlzeiten.

1.— 2.	Februar	54,629	III. Periode von 7 Tagen.
2.— 3.	„	keine Bestimmung	
3.— 4.	„	„ „	
4.— 5.	„	50,232	
5.— 6.	„	48,510	
6.— 7.	„	keine Bestimmung	
7.— 8.	„	45,820	

Tag	Monat	Harnstoff	Periode
8.— 9.	Februar	51,503	IV. Periode von 6 Tagen.
9.—10.	„	keine Bestimmung	
10.—11.	„	„ „	
11.—12.	„	47,566	
12.—13.	„	keine Bestimmung	
14.—14.	„	„ „	
14.—15.	„	53,561	V. Periode von 4 Tagen.
III. Bei Genuss von 4000 ccm Wasser.			
15.—16.	Februar	54,195	
16.—17.	„	keine Bestimmung	
17.—18.	„	„ „	
18.—19.	„	58,334	VI. Periode von 4 Tagen.
19.—20.	„	57,655	
20.—21.	„	keine Bestimmung	
21.—22.	„	48,562	

Die weiteren Beobachtungsreihen A. Genth's sind der grossen Unterbrechungen wegen für unseren Zweck nicht verwerthbar.

Ich will nicht leugnen, dass bei der von mir beliebten Eintheilung eine gewisse Willkür liegt. Es ist ja denkbar, dass einzelne Perioden sich anders abgegrenzt hätten, wenn die Harnuntersuchungen an jedem Tage notirt wären. Auf der anderen Seite aber scheint es mir doch sehr bemerkenswerth, dass in der Anzahl der Tage, welche die einzelnen Perioden zusammensetzen, eine gewisse Gesetzmässigkeit ausgesprochen liegt. Dieselben zeigen eine regelmässige Abnahme in der Dauer. Die erste hielt 8 Tage, die dritte 7, die vierte 6, die fünfte und sechste 4 Tage an. Die zweite Periode fiel kleiner aus, als man erwarten sollte; dies mag seinen Grund darin haben, dass die veränderte Weise der Wasseraufnahme eine rascher erfolgende Steigerung der Harnstoffausscheidung hervorrief. Ferner muss es als ein günstiger Zufall betrachtet werden, dass zweimal zwischen dem Ende der einen und dem Anfang der nächst folgenden Periode keine Lücken in der Untersuchungsreihe fallen, so dass die Grenzen der Perioden hier mit voller Bestimmtheit angegeben werden können.

Mosler[1]) hat ebenfalls längere Zeit hindurch (36 Tage)

1) Mosler, Ueber die Wirkung des Friedrichshaller Bitterwassers. Archiv für gemeinschaftl. Arbeiten, V. Bd., 1. Heft.

täglich seinen eignen Urin, sowie den des Stud. Br. untersucht. Er sowohl wie sein Genosse hielten dabei strenge täglich dieselbe Diät ein. Mosler fand bei sich folgende Werthe:

Werthe	
47,39 46,94 44,52	I. Periode mit 45,98 gr mittlere tägliche Ausscheidung.
45,10 46,55 45,13 44,84	II. Periode mit 45,40 „ „ „ „
47,08 44,26	III. Periode mit 45,67 „ „ „ „

In den darauf folgenden Tagen wurde Bitterwasser getrunken, in Folge dessen täglich 2—3 breiige Stühle eintraten. Ich halte es unter diesen Umständen für nicht gerathen, die Resultate der Harnuntersuchung zu weiteren Schlussfolgerungen zu benutzen.

Bei dem Stud. Br. dagegen prägte sich keine Periodicität der Zahlen aus, doch halte ich die bei ihm gefundenen Resultate für zweifelhaft.

Gorup-Besanez erwähnt ferner in seiner Physiologischen Chemie, dass „die Harnstoffausscheidung sich nicht von einem zum anderen Tage gleich stelle, sondern in mehr oder weniger regelmässigen Perioden und Abständen auf und abschwanke", ohne freilich anzugeben, auf welche Beobachtungen dieser Ausspruch sich gründet.

Ich habe keine Gelegenheit gehabt, nach weiteren Bestätigungen zu suchen. Es genügt bewiesen zu haben, dass dieser Ausscheidungsmodus mehr als eine individuelle Eigenthümlichkeit meiner Person ist. Ob man ihn gleichwohl als Gesetz ansprechen darf, werden erst Controlluntersuchungen darthun müssen.

Selbstverständlich können diese Beobachtungen nur an Personen gemacht werden, welche sich im Stickstoffgleichgewicht befinden, und auf solche möchte ich das Gesetz vor der Hand nur angewandt wissen. Gleichwohl bin ich überzeugt, dass es auch bei solchen Menschen erkennbar sein würde, welche nicht täglich dieselbe Diät einnehmen, sondern nach Lust und Zufall leben, ohne das Bedürfniss allzusehr zu überschreiten. Ich habe in dieser Beziehung noch einige Tage lang meinen Urin untersucht, als ich

bereits meine Normaldiät aufgegeben hatte. Ich lasse die Resultate hier folgen:

Diät.	Laufende No.	Körpergewicht.	24-stündige Urinmenge.	Specif. Gewicht.	Feste Bestandtheile.	Harnstoff.	Harnsäure.	Chloride.
Keine bestimmte Diät.	53	63370	2000	1,0130	60,58	29,68	0,210	12,00
	54	63120	1000	1,0255	59,41	23.40	0,475	11,20
	Mittel	**63245**	**1500**	**1,0192**	**59,99**	**26,54**	**0,342**	**11,60**
	55	63220	1100	1,0270	69,20	26,84	0,335	14,74
	56	62900	870	1,0250	50.67	21,49	0,113	10,96
	Mittel	**63060**	**985**	**1,0260**	**59,93**	**24,16**	**0,224**	**12,85**
	57	62870	1100	1,0260	66,63	24,82	0,495	15,62
	58	63000	1100	1,0240	61,51	23,87	—	13,64
	Mittel	**62985**	**1100**	**1,0250**	**64,07**	**24,38**	—	**14,63**

Obwohl die Beobachtungszeit nur kurz ist, mag die Tabelle doch als ein Beweis dienen, dass auch ausserhalb einer strengen Normaldiät das Princip der Periodicität sich in der Ausscheidung des Harnstoffs ausprägt. Höhere und tiefere Ausscheidungen wechseln regelmässig, und die mittleren täglichen Grössen weichen nicht sehr von einander ab. Wäre man im Stande, den Stickstoffgehalt unserer Nahrung täglich zu bestimmen, so würde sich sicherlich für die Berechnung der Harnstoffausscheidung eine Formel finden lassen, in welcher das Verhältniss der periodischen Ausscheidung als bekannter Factor erscheinen müsste.

Nach dem bis jetzt Mitgetheilten ist es klar, dass die Periodicität der Harnstoffausscheidung bei Stoffwechseluntersuchungen berücksichtigt werden muss, und dass Nichtbeachtung derselben alle Schlüsse in Frage stellt.

Einige Beispiele aus meinen eigenen Beobachtungen werden dies am Besten erläutern:

Bekanntlich dauerte der Streit, ob Muskelbewegung die Harnstoffausscheidung erhöhe oder nicht, ziemlich lange. Unzweifelhaft können die Beobachtungen, auf welchen diese entgegengesetzten Meinungen basiren, vollkommen richtig sein. Es kommt nur darauf an, an welchem Tage die Untersuchung vorgenommen wird. Fällt dieselbe in den Anfang einer Periode, so wird man höhere Ausscheidungen finden, in der Mitte normale und gegen das Ende subnormale. Am höchsten wird sie sein am ersten Tage, am ge-

ringsten an den beiden letzten. Ich habe, um die Frage auch meinerseits zu prüfen, an verschiedenen Tagen der Perioden einen Arbeitstag eingeschaltet, habe theils starke Fusstouren gemacht, theils anstrengende Gartenarbeit verrichtet, bei welcher ich stark transpirirte. Ich fand, dass der Gang der Harnstoffausscheidung dadurch nicht im geringsten beeinflusst wird. Nr. 36 ist z. B. ein solcher Arbeitstag. Er fällt auf das Ende einer Periode mit der geringen Ausscheidung von 26,62 grm $\overset{+}{U}$r. Hätte mich dieser Befund nicht zum Schlusse verleiten können, dass Muskelbewegung die Harnstoffausscheidung vermindere, um so mehr, da Nr. 20 und 31 — ebenfalls Arbeitstage — den Befund bestätigen? Wäre hingegen ein solcher Arbeitstag z. B. auf Nr. 9 oder 19 gefallen, wäre ich da nicht zu der entgegengesetzten Ansicht gekommen? Und doch wären beide Schlüsse grundfalsch, denn die mittlere tägliche Ausscheidungsgrösse während der Perioden, in welche die Arbeitstage fallen, ist gleich der normalen. Es könnte sich bei diesem Beispiel höchstens um die Frage handeln, ob solche Einflüsse wie Muskelbewegung die Harnstoffausscheidung nur vorübergehend erhöhe und entsprechend niedere Ausscheidungen dieselbe wieder compensire. Ein Vergleich mit den Perioden der Normalzeit beweist jedoch, dass dies nicht der Fall ist. Beide zeigen dieselben Schwankungen. In der That gibt es Einflüsse, welche in der angedeuteten Weise die Harnstoffausscheidung influiren, z. B. das Wassertrinken. Ein Blick auf die Tabelle und die Curventafel lehrt dies sofort, ohne dass ich nöthig hätte, auf die Details speciell einzugehen. Wie verschieden würden die Antworten ausfallen, wenn man etwa nach Nr. 19 und 29, oder nach Nr. 23, 28 und 44 die Frage nach dem Einfluss des Wassertrinkens entscheiden wollte. Dies Beispiel zeigt auch klar, wie unrichtig es ist, an einzelnen Tagen solche Untersuchungen vorzunehmen. Nur wenn dieselben fortlaufend an den Tagen mindestens einer Periode angestellt werden, geben sie allgemein gültige Resultate.

Man muss unterscheiden zwischen qualitativer und quantitativer Veränderung der Harnstoffausscheidung. Qualitativ ist sie verändert nach Genuss von Süsswasser und kohlensaurem Wasser, denn die mittlere tägliche Ausscheidungsgrösse ist nicht höher und nicht niedriger als in der Norm. Quantitativ dagegen ist sie verändert, wenn die mittlere tägliche Ausscheidung vergrössert oder

verkleinert ist. Und nur hierum kann es sich handeln, wenn man von einer eingreifenden Wirkung eines längere Zeit hindurch angewandten Mittels sprechen will.

Nach meinen Erfahrungen ist die mittlere tägliche Harnstoffausscheidung nach Wassergenuss eben so gross wie ohne denselben. Diese Beobachtung steht in directem Widerspruch mit der bis jetzt allgemein vertretenen Ansicht. Nur Becher[1]) und Oppenheim[2]) geben an, dass die Mehrausscheidung rasch durch verminderte compensirt werde. Die meisten andern Autoren nehmen einfach an, dass dieselbe vermehrt sei, oder dass sie mit vermehrter Urinausscheidung Hand in Hand gehe. Ein solcher Zusammenhang besteht nach meinen Untersuchungen nicht immer. Während des Wassergenusses stieg z. B. einmal (No. 31) die Urinausscheidung auf 2650 ccm — die höchste Ausscheidung, welche ich überhaupt beobachtete — während die Harnstoffausscheidung nur 31,00 gr betrug. Umgekehrt fällt in Nr. 39 die höchste Ausscheidungsgrösse während der laufenden Periode mit der geringsten Urinausscheidung zusammen. Der Parallelismus zwischen Harn- und Harnstoffausscheidung ist demnach kein constanter.

Diese Erkenntniss scheint mir auch die Frage der Entscheidung einen Schritt näher zu bringen, ob das Wasser einen erhöhten Zerfall der Eiweisssubstanz des Körpers hervorruft, oder nur eine vollständigere Ausspülung des bereits gebildeten und im Körper aufgespeicherten Harnstoffes bewirkt. Denn abgesehen davon, dass bei meinen Versuchen, bei welchen Einnahme und Ausgabe von Stickstoff sich so lange Zeit hindurch und so genau balanciren, von einer Aufspeicherung des Harnstoffs nicht gut die Rede sein kann, wissen wir, dass der Wassergehalt des Urins an allen Tagen meiner Untersuchung genügt, um auch grössere Mengen von Harnstoff nicht nur in Lösung zu erhalten, sondern auch durch die Nieren zu eliminiren. Warum sollte also einmal dasselbe Quantum Wasser bei derselben Urinmenge 38,85, tags darauf nur 28,21 gr Harnstoff (Nr. 44 und 45) ausspülen? Meiner Ansicht nach kann es sich hier nur um einen erhöhten Zerfall von Eiweisssubstanz handeln. Warum dies aber nur am ersten Tage einer

1) Becker, Zeitschr. f. rat. Med. Nr. F. Bd. 6.

2) Oppenheim, Beiträge zur Phys. u. Path. der Harnstoffausscheidung. Dies Archiv Bd. XXII.

Periode der Fall ist, und nicht auch während der übrigen, wie sich überhaupt diese Periodicität der Harnstoffausscheidung erklären lasse, darüber könnte ich einstweilen nur Muthmassungen äussern. Aber es ist besser, dieselben zu unterdrücken. Ohnedies enthält die Lehre vom Stoffwechsel — sobald es sich um Erklärung der Erscheinungen handelt — so viel des Hypothetischen, dass ich in einer neuen Hypothese keine besondere Bereicherung erblicken kann. Doch will ich nicht unterlassen darauf hinzudeuten, dass ja auch andere Erfahrungen in der physiologischen und pathologischen Breite längst erwiesen haben, dass gewisse Functionen des Körpers an regelmässige Perioden geknüpft sind.

Es erübrigt nun noch, einige andere Punkte in meiner Tabelle zu besprechen.

Die Harnsäureausscheidung zeigt keinerlei Periodicität. Es erscheint mir nicht unwichtig, dies speciell zu erwähnen, da diese Grundverschiedenheit in der Ausscheidung des Harnstoffs und der Harnsäure darauf hindeutet, dass die Bildung beider Stoffe ganz verschiedenen Bedingungen unterliegt Auch die Annahme, dass die Harnsäure eine Vorstufe des Harnstoffes sei und bereits innerhalb des Körpers zum Theil in denselben umgewandelt werde, findet in meinen Untersuchungen keine Unterstützung. Es wäre denkbar, dass unter dieser Voraussetzung die Harnsäure vermindert wäre bei hoher Ausscheidung des Harnstoffs und umgekehrt. Von solchem Verhalten wurde nichts beobachtet. Im Ganzen und Grossen nur sinkt die Harnsäureausscheidung mit der des Harnstoffs, ein Umstand, welcher ebenfalls darauf hindeutet, dass gegen das Ende meiner Untersuchung weniger Stickstoff im Körper circulirte.

Die Ausscheidung der Chloride habe ich nur deshalb angegeben, weil durch dieselbe gewisse Unregelmässigkeiten in den Zahlen für die festen Bestandtheile sich erklären. Da man bei der durch die Kochkunst zubereiteten Nahrung unmöglich eine stets sich gleichbleibende Dosirung des Kochsalzes erreichen kann, so leiten sich hieraus die Unregelmässigkeiten in der Ausscheidung desselben und die Schwankungen in der Höhe der festen Bestandtheile ab. Vermindert man letztere um die entsprechenden Zahlen für die Chloride, so erhält man in den einzelnen Perioden 53,30, 54,78, 53,78, 54,50, 52,18, 51,92, 50,52, 52,49, 52,06, 51,21, 50,24 gr, oder als Mittelzahlen für die einzelnen Untersuchungsreihen, wenn man

die täglichen Mittelzahlen als gleichwerthig annimmt, 54,09, 51,78 und 51,17. Mithin zeigen dieselben entsprechend dem Fallen der Zahlen für die Harnstoffausscheidung ebenfalls ein continuirliches Sinken, dagegen verlaufen dieselben in den einzelnen Perioden nicht proportional der Harnstoffausscheidung.

Zum Schlusse recapitulire ich nochmals die Ergebnisse meiner Untersuchung:

1) Es ist nicht möglich, dass der Mensch für längere Zeit mit derselben Nahrung sich im Stickstoffgleichgewicht erhalte.

2) Die Harnstoffausscheidung verläuft in mehr oder weniger regelmässigen Perioden.

3) Ist genügend Wasser vorhanden, so sind diese Perioden typisch — atypisch, wenn in dem Wassergleichgewicht plötzlich Störungen eintreten.

4) Eine typische Periode zeigt eine Steigerung am ersten Tage, einen continuirlichen Abfall an den folgenden Tagen. Manchmal erfolgt eine geringe Steigerung am letzten Tage.

5) Atypische Perioden zeigen manchmal kleine, kurzandauernde Schwankungen sowohl während des Steigens als auch während des Fallens.

6) Die mittlere tägliche Ausscheidungsgrösse ist in allen Perioden stets dieselbe.

7) Ohne Wassergenuss sind die Perioden kürzer und unregelmässiger; das Steigen und Fallen bewegt sich in engen Grenzen.

8) Mit Wassergenuss werden die Perioden länger und regelmässiger; Steigen und Fallen bewegt sich in weiten Grenzen.

9) In den übrigen Ausscheidungen des Urins lässt sich eine solche Periodicität nicht erkennen.

Für Stoffwechseluntersuchungen ist deshalb zu fordern:

1) dass dieselben nicht zu lange Zeit ausgedehnt werden,

2) dass man vorher den Gang der Harnstoffausscheidung während der Normalzeit genau kennen lerne und die Mittelzahlen aus den Perioden allein feststelle.

3) dass die neuen Untersuchungsbedingungen nicht an beliebigen Tagen eingeführt und ausgeschaltet werden, sondern dass sie womöglich mit den Perioden zusammenfallen.

4) dass die Untersuchung sich niemals auf einige beliebige Tage beschränke, sondern sich mindestens auf die Zeit einer Periode erstrecke,

5) dass bei Berechnung der Mittelzahlen die Resultate sämmtlicher Tage einer Periode in Betracht gezogen werden, auch wenn die neuen Bedingungen an einem oder dem anderen Tage ausgefallen sind.

(Aus dem physiologischen Laboratorium in Rostock.)

Nähert sich die Hornhautkrümmung am meisten der Ellipse?

Von

Hermann Aubert.

Helmholtz[1]) hat bei seinen bahnbrechenden Untersuchungen über die Dioptrik des Auges der Hypothese von Senff zugestimmt, dass die äussere Hornhautfläche als ein Stück eines Ellipsoids zu betrachten sei, er fügt aber hinzu, „er thue dies nur in dem Sinne, dass jedes kürzere Stück einer Curve im Allgemeinen viel näher durch einen elliptischen als durch einen Kreisbogen ausgedrückt werden kann, und bei der Hornhaut der Ausdruck ihrer Form durch ein Ellipsoid vorläufig hinreichend grosse Annäherung giebt." Bestimmter drückte sich darauf Knapp[2]) auf Grund seiner unter Helmholtz Leitung angestellten ophthalmometrischen Messungen aus; er findet „die Krümmung der äusseren Hornhautoberfläche der Art, dass die einzelnen durch einen central gelegenen Scheitel gehenden Meridiane fast symmetrische und nahehin elliptische Curven darstellen, wobei aber ihre Excentricität bedeutend variirt." Von den späteren Beobachtern[3]) ist

1) von Graefe, Archiv f. Ophthalm. I, 2. S. 51 und Physiologische Optik S. 10 u. f.

2) Die Krümmung der Hornhaut des menschlichen Auges. Heidelberg 1860, S. 29.

3) Woinow, Ophthalmometrie 1871, S. 40. — Reuss, v. Graefe Arch.

immer die Vorstellung von der elliptischen Krümmung der Hornhaut zu Grunde gelegt und durch die Beobachtungen bestätigt worden, namentlich ist immer besonderer Werth darauf gelegt worden, dass die grosse Axe der berechneten Ellipse nicht zusammenfiele mit der Gesichtslinie, sondern mit dieser einen Winkel α bildete, dessen Grösse sehr verschieden bei emmetropischen, scharfsichtigen Augen gefunden wurde.

Die Berechnungen über das Hornhautellipsoid und den Winkel α sind nun von allen Beobachtern immer in der Weise ausgeführt worden, dass nur je drei Radien für die Hornhautkrümmung gemessen, und daraus die Ellipse berechnet wurde, und zwar ein Radius für denjenigen Hornhautbogen, durch dessen Mitte die Gesichtslinie geht, ϱ_0, ein zweiter für die etwa 20 bis 23° nasalwärts ϱ_1 und ein dritter für ein eben so weit temporalwärts gelegenes Bogenstück, ϱ_2, der Hornhaut. Wenn bei diesen Untersuchungen der Umstand besonders auffiel und hervorgehoben wurde, dass die Gesichtslinie nicht durch den Scheitelpunkt der berechneten Ellipse gehe, also die Augenmedien nicht centrirt seien, dass ferner der Winkel α bei normalsichtigen Augen ausserordentlich verschieden sei (1° bis 10° bei Knapp l. c. S. 23), so wurde doch eine Controle der berechneten Ellipse durch Beobachtung mehrerer zwischen ϱ_1 und ϱ_2 gelegener Hornhautstücke bisher nicht durchgeführt.

Es schien mir nun nothwendig, eine Controle der aus 3 Krümmungsradien berechneten Ellipse zu versuchen: entspricht die Hornhautkrümmung der berechneten Ellipse, so müssen die zwischen den extremen Hornhautbögen gelegenen Hornhautabschnitte eine Krümmung haben, deren Radius dem für die entsprechende Stelle der Ellipse berechneten Krümmungsradius gleich ist oder sich demselben wenigstens sehr annähert. Weichen aber die für die zwischenliegenden Hornhautabschnitte gefundenen Krümmungsradien erheblich von den berechneten Krümmungsradien der Ellipse ab, so wird damit die Annahme einer elliptischen Krümmung der Hornhaut unhaltbar und es muss eine andere Curve an deren Stelle angenommen werden.

---

f. Ophthalm. Bd. 23, 4. S. 193 und ibid. Bd. 26, 3. S. 13. — Mauthner, Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges 1876, S. 585—638. — L. Matthiessen, Grundriss der Dioptrik 1877, S. 221 u. 246.

Zur Verständigung über dieses zu untersuchende Problem wird es zweckmässig sein, sogleich auf eine nothwendig gewordene Modification der Bezeichnungsweise für die Krümmungsradien einzugehen. Wenn wir den in der Gesichtslinie gelegenen Radius ϱ_s nennen, so werden wir den nach der nasalen Seite der Hornhaut am meisten nach dem Hornhautrande hin gelegenen Radius mit ϱ_n, den am weitesten nach dem temporalen Hornhautrande hin gelegenen Radius mit ϱ_t bezeichnen. Der Seitenwendungswinkel φ des Auges möge z. B. 29° betragen. Aus diesen drei Radien ϱ_s, ϱ_n, ϱ_t und dem Winkel φ ergiebt die Rechnung Lage und Form der Hornhautellipse. Nun wird dem Auge eine schwächere Wendung ertheilt als von 29°, so dass die Blicklinie z. B. um 18° temporalwärts von der Anfangsstellung aus gewendet und der Hornhautbogen der entsprechend nasalwärts gelegenen Stelle gemessen wird: den Radius desselben bezeichnen wir dann mit ϱ_{n18}, eine dritte Messung wird an der Hornhaut gemacht, wenn das Auge 12°, eine vierte, wenn es 6° temporalwärts gewendet ist und wir erhalten dann ϱ_{n12}, ϱ_{n6}; entsprechend erhalten wir bei nasalwärts gerichtetem Blick die Radien ϱ_{t18}, ϱ_{t12}, ϱ_{t6}, indem wir die zugehörigen Bogenstücke der Hornhaut messen und deren Radien berechnen. Andererseits berechnet man aus der mittelst ϱ_s, ϱ_t, ϱ_n und φ gewonnenen Ellipse die Radien für die Winkel von 18°, 12° und 6°, welche sich aus der Formel $\varrho_t = \frac{a(1-\varepsilon^2)}{\sqrt{1-\varepsilon^2.\sin^2(\alpha-\varphi)^3}}$ $= \frac{\varrho}{[1-\varepsilon^2.\sin^2(\alpha-\varphi)]^{3/2}}$ ergeben. Ist also z. B. $\alpha = 10^0 49'$ gefunden worden und es soll der Radius von 18°12' bestimmt werden, so haben wir $\varrho_{t8} = \frac{\varrho}{[1-\varepsilon^2.\sin^2 7^0 23']^{3/2}}$ und entsprechend

$$\varrho_{n18} = \frac{\varrho}{[1-\varepsilon^2.\sin^2 29^0 1']^{3/2}}.$$ Die so berechneten $\varrho_{n\varphi}$ und $\varrho_{t\varphi}$ sind dann mit den gefundenen Hornhautradien der entsprechenden Stelle zu vergleichen.

Wenn neue Bogenstücke der Hornhaut gemessen und deren Radien berechnet werden sollen, so ist zu erwarten, dass die Radien nur geringe Differenzen zeigen werden: Die ophthalmometrische Messung wird also auch sehr genau sein müssen, wenn brauchbare Resultate gewonnen werden sollen und dieses Bestreben nach möglichster Genauigkeit hat einige Veränderungen des

Ophthalmometers und Modificationen des von der Hornhaut gespiegelten leuchtenden Objectes zur Folge gehabt.

Das Ophthalmometer, welches zu den Messungen diente, differirt von dem Helmholtz-Meyerstein'schen, dessen sehr genaue Beschreibung bei Woinow[1]) zu finden ist, in folgenden Punkten: 1) an Stelle der Zahnräder, welche die planparallelen Glasplatten bewegen, sind Friktionsrollen getreten, welche eine absolut genaue entgegengesetzte Bewegung der Glasplatten bewirken, 2) die Kreistheilung ist viel grösser und in $^1/_4$ Grade getheilt, 3) die eingestellten Winkel werden abgelesen durch 2 kleine, mit Fadenkreuz versehene Mikroskope, wobei Minuten noch geschätzt werden können; die Mikroskope sind mit Nonius und Schieber versehen, welche es ermöglichen, sogar Sekunden abzulesen; 4) die Drehung der Mikroskope mit Fadenkreuz findet zugleich mit der Drehung der oberen planparallelen Glasplatte, die Drehung der unteren planparallelen Glasplatte in entgegengesetztem Sinne zugleich mit der Kreistheilung statt: der abgelesene Winkel ist also immer $= 2\,\alpha$, wodurch ein etwaiger Ablesungsfehler auf die Hälfte reducirt wird. 5) diese Einrichtung involvirt die zwei grossen Vortheile, dass erstens die sehr schwierige absolut genaue Centrirung der Drehungsaxen der Ophthalmometerplatten nicht nothwendig ist, und dass zweitens durch eine einzige Einstellung zwei Ablesungen, welche sich gegenseitig ergänzen bezw. ausgleichen, gemacht werden: diese zwei Ablesungen sind genau gleichwerthig den vier Ablesungen am Helmholtz'schen Ophthalmometer. 6) die übrigen vier am Helmholtz'schen Ophtalmometer nöthigen Ablesungen werden wieder durch 2 Ablesungen ersetzt, nachdem die beiden planparallelen Glasplatten in umgekehrter Richtung gedreht und eingestellt worden sind: das Mittel aus den vier Ablesungen giebt den gesuchten Winkel, an welchem zugleich die Correcturen der nicht ganz genau zusammenfallenden Drehungsaxen der beiden Ophthalmometerplatten stattgefunden haben. 6) die schwierige Einstellung des 0-Punktes der beiden Platten ist damit zugleich eliminirt.

Das Ophthalmometer ist von dem Custos des physiologischen Instituts, Herrn Hofmechanikus Westien construirt und mit vorzüglicher Genauigkeit ausgeführt. Derselbe hat die anliegenden

1) Ophthalmometrie 1871, S. 18.

Zeichnungen Fig. I bis III von seinem Ophthalmometer angefertigt. Fig. I zeigt dasselbe im Längsschnitt, Fig. II im Seiten-

Fig. I.

querschnitt, Fig. III im Grundrisse und in Verbindung mit der übrigen Versuchsanordnung. Das Ophthalmometer ist auf $^1/_4$, die übrige Versuchsanordnung auf $^1/_{20}$ der natürlichen Grösse reducirt. Auf der Säule *B* ist die Metallschiene *D* befestigt, welche die beiden Metallwinkel *E* und *E'* an ihren Enden trägt; diese dienen als Lager für die durchbohrten Axen *F* und *F'* und verbinden den Ring *T* für das Fernrohr mit dem Metallkörper *W*. In *W* ist die Buchse *M* eingelassen, worin sich die Axe *N* dreht. Auf dieser ist erstens der mit der Ophthalmometerplatte *U* verbundene Theilkreis *P*, zweitens der mit der Ophtalmometerplatte *V* verbundene Ablesungskreis *Q* drehbar befestigt — zwischen beiden befinden sich die Friktionsrollen *L*, welche durch die Rollen *S* fest an die beiden Kreise angedrückt werden. Auf dem Able-

Fig. II.

Fig. III.

sungskreise sind die beiden Mikroskope *R*, *R*, mit Fadenkreuz und Nonius versehen, eingelassen. Durch den Knopf *Y* mit endloser Schraube werden gleichzeitig beide Ophthalmometerplatten in entgegengesetzter Richtung gedreht. Der ganze Apparat kann um die Axe des Fernrohrs gedreht und genau an dem getheilten Vertikalkreise, *G*, eingestellt werden behufs Messung der verschiedenen Meridiane des Auges. — Eine detaillirte Beschreibung des Ophthalmometers wird Herr Westien in der Zeitschrift für Instrumentenkunde demnächst veröffentlichen.

Leider ist es bis jetzt nicht möglich gewesen, ein der Genauigkeit dieses Ophtalmometers adäquat feines leuchtendes Object herzustellen. Die von Helmholtz eingeführte Anordnung, drei Gasflammen in bestimmten Entfernungen von einander aufzustellen und durch die Drehung der Ophthalmometerplatten die eine grössere Gasflamme genau in die Mitte der zwei kleineren Flammen einzustellen, genügte nicht, da eine genaue Einstellung in die Mitte der Subjectivität des Beobachters zu viel Spielraum liess. Electrisches Glühlicht in einer etwas anderen Anordnung würde wahrscheinlich unsere Ansprüche befriedigt haben; da das physiologische Institut zur Zeit noch nicht über die Einrichtung zu electrischem Lichte disponirt, so suchten wir uns in anderer Weise zu helfen. Von der Betrachtung ausgehend, dass die genaueste, von subjectiver Beurtheilung am wenigsten abhängige Einstellung möglich ist, wenn man die Halbbilder einer feinen Linie zu einem einzigen Ganzbilde der Linie zusammentreten lässt, bedienten wir uns zweier dünner und langer Gasflammen, welche die Halbbilder lieferten und eine recht grosse Helligkeit besitzen.

Das Gas strömt dazu aus einer feinen Oeffnung einer Glasröhre unter einem ziemlich hohen Drucke, etwa 300 mm Wasserdruck, aus; dieser Druck wird mittelst eines Meyer'schen Ventils (2, Fig. III) erzeugt und gleichmässig gemacht durch die vor und hinter demselben befestigten Caoutschuksäcke 1 und 2^b; das Gas geht vorher durch eine Vorlage (3, Fig. III), welche mit von Benzin durchtränkten Schwämmen gefüllt ist: die Flammen (4, Fig. III) haben dann eine Länge von etwa 220 mm; doch ist der untere Theil nicht leuchtend, die Spitze derselben nicht genügend ruhig; es wurde daher nur das gleichmässig hellste und ruhige Stück derselben in einer Länge von 90 mm benutzt, indem die Flammen in einem Blechcylinder brannten, an welchem ein

mit Glimmer bedeckter Ausschnitt von 90 mm Länge in der Höhe des besten und ruhigsten Leuchtens angebracht ist. Jeder störende Lufteinfluss wird auf diese Weise von den Flammen abgehalten, der Luftstrom in dem Cylinder begünstigt das ruhige Brennen derselben; werden die Cylinder sammt den Flammen schief oder horizontal gelegt, so bleibt der zur Benutzung kommende Theil der Flamme unverändert in der Axe des Cylinders, nur die Spitze der Flamme biegt sich nach oben. Das gleichmässige Ausströmen des Gases aus den beiden Glasröhren muss durch Schraubenklemmen an den zuleitenden Caoutchoucröhren genau regulirt werden. Der Durchmesser der Flammen beträgt ungefähr 4 mm.

Die beiden Lampen sind in bestimmter Entfernung von einander an einem Holzrahmen (5, Fig. III) befestigt, welcher um eine ideale Axe drehbar ist, welche in der Verbindungslinie der Ophthalmometeraxe mit der Blicklinie des zu beobachtenden Auges liegt. Der Rahmen hat in der Mitte ein Loch (6) von etwa 10 mm Halbmesser, hinter dem Rahmen steht das Ophthalmometer. Ist das Auge, welches beobachtet wird, auf die Mitte des Loches eingestellt, so fällt die Gesichtslinie mit der Ophthalmometeraxe zusammen; ausserdem sind an dem Rahmen die zur Fixation dienenden Punkte (7, 8, 9) für die Seitenwendungen des Auges in Form von weissen Knöpfen zu beiden Seiten von den Flammen. — Eine Gradtheilung an dem Rahmen gestattet eine genaue Einstellung desselben und damit der Flammen in verschiedenen Meridianen, wobei ein Loth als Index dient, doch haben wir bisher nur Beobachtungen im horizontalen Meridiane gemacht.

Zur Einstellung des zu beobachtenden Auges dient ein höchst einfacher Kopfhalter, nämlich ein festgestellter Messingring (*Y* 10), an welchen der Kopf fest angelegt und demselben eine solche Stellung gegeben wird, dass der Beobachter durch das Ophthalmometer die Hornhaut des beobachteten Auges in der Mitte des Gesichtsfeldes sieht. Diese Kopfstellung kann leicht angenommen und ohne Unbequemlichkeit lange festgehalten werden, da in etwa 20 mm Entfernung von dem Ringe, an welchem der Kopf anliegt, ein zweiter Ring (*Y*, 11) so adjustirt ist, dass bei richtiger Einstellung das Loch im Rahmen genau in der Mitte dieses Ringes erscheint und in dem Loch des Rahmens ausserdem das Objectiv des Ophthalmometers. Der Beobachter am Ophthalmometer hat

darauf zu achten, dass das beobachtete Auge seine richtige Lage in der Mitte des Gesichtsfeldes hat und dieselbe nöthigenfalls durch Monituren, die er dem Beobachteten ertheilt, zu reguliren. Die zur Beobachtung dienenden Personen nahmen nach wenigen Vorversuchen sofort die richtige Stellung an. — Da diese Blickrichtung, in welcher die Gesichtslinie in der verlängerten Axe des Ophthalmometers liegt, immer zuerst behufs richtiger Kopfhaltung angenommen, und dann erst die Seitenwendungen des Auges ausgeführt wurden, werde ich sie „Anfangsstellung" nennen.

Das Ophthalmometer befindet sich hinter dem Rahmen im Dunkeln, das beobachtete Auge ist abgesehen von den Reflexbildern der Flammen durch die letzteren schwach beleuchtet. Das Auge des Beobachters muss für die Dunkelheit adaptirt bleiben. Sobald das beobachtete Auge die richtige Stellung eingenommen, und seine Blicklinie auf das gerade in Anwendung kommende Fixirzeichen gerichtet hat, was der Beobachtete jedesmal anzeigt, stellt der Beobachter die Ophthalmometerplatten so ein, dass die beiden Halbbilder genau zu einer einzigen Linie verschmelzen; hat er dies erreicht, so giebt er ein Zeichen und der Gehülfe (oft in einer Person Gehülfe und Beobachter) liest mittelst der Mikroskope die Einstellung an der jetzt gut beleuchteten Kreistheilung des Ophthalmometers ab, welche der Beobachter notirt. In dieser Anordnung sind die Beobachtungen weder anstrengend noch ermüdend. Das einzige Schwierige und Störende ist die Unsicherheit des Beobachters, ob er wirklich das Optimum der Einstellung erreicht hat, denn die immerhin kleinen Reflexionsbilder sind nicht dünn und fein genug. — Hier muss vor allen Dingen für Verbesserung der Ophthalmometrie gesorgt werden.

Ich habe es mir nun in Gemeinschaft mit Herrn Westien angelegen sein lassen, die Genauigkeit unserer Einstellungen zu controliren und die Fehlergrenzen zu ermitteln.

Wir beobachteten erstens die Reflexbilder einer Planconvexlinse aus Glas, deren Krümmungsradius ungefähr 10 mm beträgt, welche an denjenigen Ort gebracht und fixirt wurde, wo sich sonst das beobachtete Auge befindet. Die Distanz der beiden Flammen von einander beträgt aus gleich zu erwähnenden Gründen nur 98 mm, die Entfernung der Linse von der Ebene der Flammen 1010 mm. — Westien und ich machten je fünf Einstellungen. Die Einstellungen ergaben für 2α:

	Min.	Max.	Mittel
Aubert	14° 1′ 30″	14° 7′	14° 3′ 48″
Westien	14° 0′ 30″	14° 1′ 15″	14° 0′ 50″

Die grösste Differenz beträgt also überhaupt nur 6′ 30″, bei Aubert 5′ 30″, bei Westien nur 45 Sekunden für 2α, wir können für die Bestimmung am Ophthalmometer also höchstens 6′ 30″ annehmen, als grösste Einstellungsdifferenz für 2α, also 3′ 15″ für α. Der Radius der Glaslinse schwankt, wenn wir α das eine mal 7° 3′ 30″, das andere mal 7° 0′ 15″ setzen, zwischen 10,0010 und 10,0234, die Differenz beträgt also 0,0776 mm. Am Auge sind die Schwankungen erheblich kleiner zu setzen, wegen der kleinern Hornhautradien an sich und der grösseren Feinheit der Reflexbilder, so dass wir als Maximum den Fehler wohl höchstens 0,05 mm setzen dürfen.

Wir wendeten zweitens die Donders'sche[1]) Methode zur Prüfung des Ophthalmometers an, welche darin besteht, dass die Theilstriche eines in $^1/_{10}$ mm getheilten Maassstabes durch Drehung der Ophthalmometerplatten über einander verschoben werden. Die Theilstriche der Maassstäbe sind immer verhältnissmässig dick im Vergleich zu den Intervallen, was zur Folge hat, dass die Einstellung nicht befriedigend genau gemacht werden kann. Die Platten wurden zwischen 1 bis 2 mm eingestellt mit je $^1/_{10}$ mm Verschiebung: die Abweichungen bei Aubert betrugen von — 0,004 mm bis + 0,022 mm, bei Westien von + 0,012 bis 0,043 mm. Der Fehler beträgt also höchstens 0,031 mm. Auch hier steht die Deutlichkeit des Objectes dem von der Hornhaut reflectirten Flammenbilde nach. — Viel geringer werden in beiden Controlmethoden die Abweichungen, wenn man aus mehrern Beobachtungsreihen das Mittel nimmt, wodurch die Abweichung vom Minimum bezw. Maximum auf die Hälfte reducirt wird. Trotzdem will ich eine Ungenauigkeit in den ophthalmometrischen Bestimmungen des Hornhautbogens um ± 0,03 zugeben, welche für die aus unsern Beobachtungen zu ziehenden Schlüsse nicht in Betracht kommt.

Wenn ich trotzdem die in der Ophthalmometrie gebräuchliche Angabe von 3 Decimalen beibehalten habe, so habe ich damit nur die Rechnungsresultate wiedergeben wollen, denn weder

---

1) S. Snellen und Landolt, in Graefe u. Saemisch Handbuch Bd. III, S. 207.

0,001 mm noch 0,01 mm wird gemessen, dazu sind die beobachteten Reflexbilder zu grob. In Bezug auf die Lage und Form der berechneten Ellipse wird durch 0,05 mm nicht viel geändert. Ich schliesse mich hier ganz den Erwägungen an, welche Tigerstedt und Bergqvist[1]) über die Bedeutung der drei Decimalstellen der erhaltenen Mittelzahlen gemacht haben. Wenn man indess festhält, dass die dritte Decimale völlig unsicher, die zweite um etwa $^1/_3$ unsicher ist, so werden die drei Decimalen nur als unschuldige Rechnungsergebnisse erscheinen, und Niemandem als Beobachtungsresultate imponiren. Die Anführung von Doppelzahlen, wie sie von Tigerstedt und Bergqvist gegeben werden, giebt unzweifelhaft richtigere Vorstellungen, erschwert aber bei vielen Zahlen sehr die Uebersichtlichkeit.

Wir haben nun die ophthalmometrischen Messungen an Aubert's und Westien's Augen in drei durch die Bildgrösse des Objectes und die Entfernung des zu beobachtenden Auges verschiedenen Beobachtungsreihen, welche ich als „Serien" bezeichnen will, angestellt. In Folge dieser verschiedenen Anordnung musste den planparallelen Glasplatten des Ophthalmometers eine sehr verschiedene Winkelstellung ertheilt werden, um die Verschmelzung der beiden Halbbilder zu erzielen. Bei Knapp und Woinow war das Object = 1000 mm, die Entfernung desselben von dem Auge = 2120 mm, die Platten mussten um etwa 30° gedreht werden, der Einfallswinkel α betrug also ungefähr 30°. Bei unserer ersten Beobachtungsreihe betrug der Einfallswinkel α ungefähr 22°, da die Entfernung der Flammen (die Grösse des Objectes) 398 mm, die Entfernung der Flammenebene von dem Auge 911 mm betrug. Bei der dritten Serie wurde durch Annäherung der Lampen an einander auf 98 mm und einer Entfernung des Auges von 1010 mm der Einfallswinkel α auf ungefähr 5° bis 6° verkleinert. Zu dieser Umänderung der Objectgrösse bestimmte mich ein von meinem hochverehrten Collegen, Herrn Professor Matthiessen geäussertes Bedenken: wenn nämlich die leuchtenden Objecte, welche von der Hornhaut gespiegelt werden, sehr weit von einander entfernt sind, so wird auch der Hornhautbogen, auf welchem die Bilder entworfen werden, eine sehr grosse Ausdehnung haben,

---

1) Tigerstedt und Bergqvist, Zeitschrift für Biologie Bd. 19, S. 24. — Cf. Mauthner, Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges. S. 587.

es wird also die Vereinigung der beiden Halbbilder keineswegs von demjenigen Bogenstück der Hornhaut bewirkt werden, in welchem die Verschmelzung stattfindet, sondern von dem ganzen Bogenabschnitt zwischen den beiden extremen Halbbildern des Objectes; wäre die Hornhautkrümmung eine Kugelfläche, so würde die Grösse des Bogenstückes, welches spiegelt, gleichgültig sein, da aber diese Annahme nach den bisherigen Bestimmungen nicht zutrifft, so ist das in Betracht kommende Bogenstück möglichst klein zu machen. Diese Rücksicht wird dann besonders geboten sein, wenn es sich, wie bei den vorligenden Untersuchungen, um die Bestimmung der Krümmungen einzelner Bogenstücke der Hornhaut handelt.

Ist nämlich, wie bei Knapp's Anordnung[1]) die Bildgrösse $E = 1{,}8405$ mm, so würde, da der Radius der Hornhaut ungefähr $= 8$ mm ist, 1^0 eine Bogenlänge von 0,14 mm haben, ein Bild von 1,84 mm einen Bogen von ungefähr 15^0 umfassen, welches wegen der doppelten Drehung der Ophthalmometerplatten zu verdoppeln ist. Wird also auf die Gesichtslinie eingestellt, auf ϱ_0 so würde der Hornhautbogen, welcher das Bild liefert, jederseits bis zum 15. Grade reichen — wenn nun das Auge um 6^0 nach der Seite gewendet wird, um ϱ_{n6} oder ϱ_{t6} zu bestimmen, so wird er von -9^0 bis $+21^0$ reichen, bei 12^0 Seitenwendung von -3^0 bis $+27^0$ u. s. w., es werden also Superpositionen der gemessenen Bogenstücke übereinander stattfinden und damit factisch Bogenstücke für die Ophthalmometerwinkel maassgebend sein, deren Messung gar nicht beabsichtigt wird, welche aber sehr wohl einen Ausgleich von Differenzen, die etwa vorhanden sind bewirken, d. h. wirkliche Differenzen larviren müssen. Es ist deswegen die bedeutende Verkleinerung des Objectes, welches in Serie III nur einen Bogen von 5^0 jederseits deckt, hergestellt worden, welche freilich eine Erweiterung der Fehlergrenzen involvirt, da 1' bei dieser Anordnung eine Veränderung des Radius um etwa 0,0116, bei der Anordnung von Serie I aber nur eine Veränderung des Radius um 0,003 mm bedingt.

Es haben sich für die 3 Serien allerdings Differenzen ergeben, welche die Grenze der Versuchsfehler etwas überschreiten, also vielleicht auf den Einfluss der verschiedenen Länge des Horn-

1) Knapp, Krümmung der Hornhaut. S. 18.

hautbogens zu schieben sind. Bei der ersten Serie betrug also der Einfallswinkel $\alpha = 22^0$, bei der zweiten Serie etwa 15^0, bei der dritten Serie etwa 5^0, es ergaben sich für ϱ_0 folgende Werthe:

Tabelle I.

	Aubert.		Westien.	
	Linkes Auge.	Rechtes Auge.	Linkes Auge.	Rechtes Auge.
Serie I	7,762	7,714	7,469	7,699
Serie II	7,932	7,865	7,597	7,728
Serie III	7,827	7,968	7,708	7,755
Mittel	7,840	7,849	7,591	7,728

Immer ist also ϱ_0 in der dritten Serie grösser als in der ersten, was vielleicht aus einem kleinen Fehler bei der Messung der Flammendistanz zu erklären ist.

Bei meinem hochverehrten Collegen Herrn von Zehender waren die Differenzen zwischen der zweiten und dritten Serie viel geringer, nämlich für das linke Auge 8,020 und 8,058, für das rechte Auge 7,925 und 8,035.

Ich gebe nun zunächst in der folgenden Tabelle II eine Zusammenstellung der gefundenen Werthe für die Krümmungsradien der verschiedenen Hornhautbogen in der Anordnung, welche der natürlichen Lage der beiden Augen entspricht und bemerke dazu, dass die Gradzahlen die Seitenwendungen des Augapfels um diesen Winkel, also Blicklinien, bedeuten; dass ferner die Zahlen der Serie I Mittelzahlen aus je sechs vollständigen Beobachtungsreihen, Serie II Mittelzahlen aus je 3 vollständigen Beobachtungsreihen, Serie III aus je zwei vollständigen Beobachtungsreihen für Aubert und Westien sind, für Professor von Zehender und Professor Matthiessen aber nur je eine Beobachtungsreihe gemacht worden ist. Ich danke meinen hochverehrten Herren Collegen bestens für die Bereitwilligkeit, mit der sie sich diesen für den Beobachteten gerade nicht interessanten Untersuchungen unterzogen haben.

Tabelle II.

Linkes Auge: Temp. → Nas. | Rechtes Auge: Nas. → Temp.

Serie I.	29°,7	18°,2	12°,4	6°,3	0°	6°,3	12°,4	18°,2	29°,7	29°,7	18°,2	12°,4	6°,3	0°	6°,3	12°,4	18°,2	29°,7
Aubert	9,065	7,900	7,805	7,714	7,762	7,808	7,932	8,138	[9,729]	10,158	8,099	7,948	7,774	7,714	7,674	7,699	7,855	9,049
Westien	7,817	7,771	7,750	7,540	7,469	7,484	7,624	7,747	9,766	9,247	7,835	7,717	7,609	7,609	7,590	7,725	7,832	7,848

Serie II.	20°,2	8°,1	0°	8°,1	20°,2	20°,2	8°,1	0°	8°,1	20°,2
Aubert	8,175	7,916	7,932	8,105	8,374	8,452	7,994	7,865	7,765	8,078
Westien	7,878	7,702	7,597	7,757	7,916	7,998	7,745	7,728	7,728	7,852
v. Zehender	8,046	8,006	8,020	8,122	8,578	8,469	7,989	7,952	7,687	8,219

Serie III.	26°,3	16°,5	11°,2	0°	11°,2	16°,5	26°,3	26°,3	16°,5	11°,2	0°	11°,2	16°,5	26°,3
Aubert	8,602	7,827	7,850	7,827	7,804	7,980	9,836	9,050	8,115	7,873	7,968	7,629	7,897	8,050
Westien	7,696	7,827	7,652	7,708	7,616	7,629	8,505	8,225	7,910	7,685	7,755	7,665	8,035	7,986
v. Zehender	8,325	7,862	8,000	8,058	8,035	7,884	9,024	9,203	8,220	8,174	8,035	7,790	7,920	8,400
Matthiessen	8,266	8,231	8,081	8,336	8,242	8,336	10,021	9,230	8,680	8,325	8,277	8,410	8,277	8,680

Es fällt in dieser Tabelle zunächst auf, dass die äussersten Werthe nasalwärts viel grösser, als alle übrigen Werthe und auch immer grösser, als die äussersten Werthe temporalwärts sind, was ganz in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Knapp und fast allen anderen Ophthalmometrologen ist. Ferner sind fast durchgehends die Werthe für die Krümmungsradien in 6° bis 12° von ϱ_o temporalwärts etwas kleiner, als die Werthe für ϱ_o selbst. Beide Momente sprechen für die Auffassung von Helmholtz, dass der Scheitelpunkt der Hornhautkrümmung nicht in der Gesichtslinie gelegen ist, dieser vielmehr temporalwärts von derselben liegt. Die weitere Consequenz, dass diese auffallenden Befunde daraus resultiren, dass der Hornhautkrümmung eine Ellipse zu Grunde liegt, deren grosse Axe temporalwärts gerichtet ist, also mit der Gesichtslinie einen Winkel bildet, erfordert zunächst die Berechnung der Ellipse aus den gefundenen Krümmungsradien. Ich lege dieser Berechnung den für die Gesichtslinie gefundenen Radius ϱ_o, den äussersten temporalen Radius ϱ_{t29}, bezw. ϱ_{n29} für Serie I und ϱ_{t26} bezw. ϱ_{n26} für Serie II zu Grunde. Der Winkel α findet sich dann nach der Formel

$$\operatorname{tang} 2\alpha = \frac{\operatorname{tg}\varphi\left[(\varrho_o\varrho_n)^{2/3} - (\varrho_o\varrho_t)^{2/3}\right]}{(\varrho_o\varrho_n)^{2/3} + (\varrho_o\varrho_t)^{2/3} - 2(\varrho_t\varrho_n)^{2/3}} \qquad \text{(I)}$$

wo φ den Seitenwendungswinkel bedeutet, ferner

$$\varepsilon^2 = \frac{\varrho_o^{2/3} - \varrho_t^{2/3}}{\varrho_o^{2/3}\sin^2\alpha - \varrho_t^{2/3}\sin^2(\alpha - \varphi)} = \frac{\varrho_o^{2/3} - \varrho_n^{2/3}}{\varrho_o^{2/3}\sin^2\alpha - \varrho_n^{2/3}\sin^3(\alpha + \varphi)} \qquad \text{(II)}$$

$$\varrho = a\,(1 - \varepsilon^2) \qquad \text{(III)}$$

$$a = \frac{\varrho_o(1 - \varepsilon^2\sin^2\alpha)^{2/3}}{1 - \varepsilon^2} \qquad \text{(IV)}$$

$$b = a\sqrt{1 - \varepsilon^2} \qquad \text{(V)}$$

$$c = a\,.\,\varepsilon \qquad \text{(VI)}$$

Die Ableitung dieser Formeln findet sich zuerst bei Knapp[1]), dann bei Woinow[2]), Aubert[3]), Matthiessen[4]).

Bei der etwas langen Rechnung ist es eine grosse Annehmlichkeit, auf zwei Wegen zu der Berechnung von ε^2 zu gelangen und dadurch eine Garantie für die Richtigkeit der Berechnung

1) Knapp, Krümmung der Hornhaut 1860, S. 17.

2) Ophthalmometrie 1871, S. 40.

3) Aubert, Grundzüge der physiol. Optik, Graefe und Saemisch Bd. 2.

4) Matthiessen, Grundriss der Dioptrik S. 248.

sowohl von α als von ε^2 zu haben — eine weitere Garantie für die Berechnung von ϱ und a hat man durch die Berechnung von ϱ_{t26} und ϱ_{n26} bezw. ϱ_{t29} und ϱ_{n29}, wenn man dieselben nach den Formeln

$$\varrho_t = \frac{a.(1-\varepsilon^2)}{[1-\varepsilon^2 \sin^2(a-\varphi)]^{3/2}} \text{ und } \varrho_n = \frac{a(1-\varepsilon^2)}{[1-\varepsilon^2.\sin^2(\alpha+\varphi)]^{3/2}}$$

bestimmt.

Die in der vorstehenden Tabelle III angegebenen Werthe sind nach den Formeln (I) bis (VI) mit der erwähnten Controle berechnet worden.

Sowohl die Lage, als die Form der Ellipse zeigt auch hier, wie bei anderen Beobachtern sehr bedeutende Verschiedenheiten, sogar etwas grössere, als bisher gefunden worden sind; der Werth von α liegt zwischen 4°2′ (Aubert rechtes Auge Ser. I) und 14°18′ (Matthiessen linkes Auge Ser. III) — der Werth der numerischen Excentricität ε^2 zwischen 0,148 (Westien rechtes Auge Ser. III) und 0,548 (Aubert rechtes Auge Ser. I). Ferner stimmen Ser. I und Ser. III gar nicht zusammen. — Die Erklärung dafür, dass die Werthe z. Th. grösser sind, als bei anderen Beobachtern, finde ich in dem Umstande, dass der Seitenwendungswinkel φ grösser gewesen ist, nämlich 29° und 26°, während er bei Knapp[1]) nur zwischen 21°51′ und 23°46′ gelegen hat; die Verschiedenheit des Winkel φ in Ser. I und Ser. III ist wohl auch ein Erklärungsmoment für die Differenzen, ausserdem ist aber noch in Anschlag zu bringen, dass in Ser. I der ophthalmometrisch gemessene Hornhautabschnitt sich auf 22° in Ser. III nur auf 5° erstreckte. — Im Zusammenhange damit steht es, dass für Aubert's linkes Auge eine Messung bei einer Seitenwendung des Auges temporalwärts um 29°43′ nicht mehr möglich war, da die Flammenbilder auf die rauhe Sklera fielen und in kleine Lichtpunkte zersplitterten: es konnte daher nasalwärts nur bei $\varphi = 26°$ 48′ eine Messung ausgeführt werden: daher ist für die Berechnung der Ellipse für Aubert's linkes Auge der Winkel φ von 18°12′ mit den dazu gehörigen ϱ_{t18} und ϱ_{n18} zu Grunde gelegt worden; ϱ_{t29} und ϱ_{n26} sind dann nach der oben angegebenen Formel (S. 599) berechnet worden.

Ich habe weiter die Krümmungsradien der berechneten Ellipse für die Seitenwendungswinkel von 18°, 12°, 6° mit Berück-

1) Knapp l. c. S. 22.

Tabelle III.

		Linkes Auge							Rechtes Auge						
		α	ε^2	ϱ	ϱ_0	a	b	c	α	ε^2	ϱ	ϱ_0	a	b	c
Serie I.	Aubert [$\varphi = 18^0,2$	4°14'	0,221	7,748	7,762	9,954	8,783	4,686]	4°2'	0,548	7,682	7,714	17,007	11,430	12,593
	Westien	10°49'	0,420	7,304	7,469	12,592	9,590	8,164	11°10'	0,305	7,479	7,609	10,773	7,557	5,957
Serie III.	Aubert	5°33'	0,521	7,770	7,827	16,238	10,973	11,725	11°21'	0,241	7,857	7,968	10,345	9,017	5,077
	Westien	13°32'	0,175	7,597	7,708	9,212	8,365	3,857	4°37'	0,148	7,743	7,755	9,096	8,392	3,508
	v. Zehender	7°32'	0,247	8,006	8,058	10,633	9,227	5,284	6°53'	0,479	7,982	8,035	11,426	9,551	6,272
	Matthiessen	14°18'	0,497	8,095	8,336	11,804	9,776	6,616	5°23'	0,261	8,247	8,277	11,170	9,599	5,713

sichtigung von Winkel α berechnet nach der schon angegebenen Formel

$$\varrho_{l\varphi} = \frac{\varrho}{[1 - \varepsilon^2 \sin^2(\alpha - \varphi)]^{3/2}}, \quad \varrho_{n\varphi} = \frac{\varrho}{[1 - \varepsilon^2 . \sin^2(\alpha + \varphi)]^{3/2}}$$

Tabelle

	Temp.		Linkes Auge. Serie I. Aubert ($\varphi = 18^0 12'$).						Nas.
Serie I	$29^0,7$	$18^0,2$	$12^0,4$	$6^0,3$	0^0	$6^0,3$	$12^0,4$	$18^0,2$	$29^0,7$
gefunden	9,075	7,900	7,805	7,714	7,762	7,808	7,932	8,138	9,729
berechnet	8,250	—	7,800	7,751	—	7,835	7,964	—	8,487
Differenz	+0,825	—	+0,005	—0,037	—	—0,027	—0.032	—	+1,242
			Linkes Auge. Serie I. Westien ($\varphi = 29^0 43'$).						
gefunden	7,817	7,771	7,750	7,540	7,469	7,484	7,624	7,747	9,766
berechnet	—	7,381	7,307	7,333	—	7,719	8,081	8,537	—
Differenz	—	+0,390	+0,443	+0,207	—	—0,285	—0,357	—0,790	—

Serie III	$26^0,3$	$16^0,5$	$11^0,2$	0^0	$11^0,2$	$16^0,5$	$26^0,3$
			Linkes Auge. Aubert ($\varphi = 26^0 20'$).				
gefunden	8,602	7,827	7,850	7,827	7,804	7,930	9,836
berechnet	—	7,997	7,829	—	7,853	8,718	—
Differenz	—	—0,170	+0,021	—	—0,049	—0,788	—
			Linkes Auge. Westien.				
gefunden	7,696	7,827	7,652	7,708	7,616	7,629	8,505
berechnet	—	7.608	7,601	—	7,979	8,128	—
Differenz	—	+0,219	+0,051	—	—0,363	—0,499	—
			Linkes Auge. von Zehender.				
gefunden	8,325	7,862	8,000	8,058	8,035	7,884	9,024
berechnet	—	8,065	8,021	—	8,323	8,527	—
Differenz	—	—0,203	—0,021	—	—0,288	—0,643	—
			Linkes Auge. Matthiessen.				
gefunden	8,266	8,231	8,081	8,336	8,242	8,336	10,021
berechnet	—	8,102	8,107	—	8,867	9,213	—
Differenz	—	+0,129	+0,026	—	—0,625	—0,877	—

IV.

Nas.	Rechtes Auge. Serie I. Aubert ($\varphi = 29^0 43'$),							Temp.
29⁰,7	18⁰,2	12⁰,4	6⁰,3	0⁰	6⁰,3	12⁰,4	18⁰,2	29⁰,7
10,158	8,099	7,948	7,774	7,714	7,674	7,699	7,855	9,049
—	8,159	7,942	7,783	—	7,687	7,750	7,876	—
—	—0,060	+0,006	—0,009	—	—0,013	—0,061	—0,021	—
Rechtes Auge. Serie I. Westien ($\varphi = 29^0 43'$).								
9,247	7,835	7,717	7,609	7,609	7,590	7,725	7,832	7,848
—	8,485	8,063	7,796	—	7,505	7,481	7,531	—
—	—0,605	—0,346	—0,187	—	+0,085	+0,244	+0,301	—

26⁰,3	16⁰,5	11⁰,2	0⁰	11⁰,2	16⁰,5	26⁰,3
Rechtes Auge. Aubert. Serie III ($\varphi = 26^0 20'$).						
9,050	8,115	7,873	7,968	7,629	7,897	8,050
—	8,693	8,293	—	7,857	7,880	—
—	—0,578	—0,420	—	—0,228	+0,017	—
Rechtes Auge. Westien.						
8,225	7,910	7,685	7,755	7,665	8,035	7,986
—	7,976	7,874	—	7,766	7,818	—
—	—0,066	—0,189	—	—0,101	—0,217	—
Rechtes Auge. von Zehender						
9,203	8,220	8,174	8,035	7,790	7,920	8,400
—	8,590	8,265	—	8,003	8,085	—
—	—0,370	—0,091	—	—0,213	—0,165	—
Rechtes Auge. Matthiessen.						
9,230	8,680	8,325	8,277	8,410	8,277	8,680
—	8,722	8,520	—	8,282	8,371	—
—	—0,042	—0,195	—	+0,128	—0,094	—

und gebe auf der vorstehenden Tabelle IV eine Zusammenstellung der gefundenen und der für die gleichen Hornhautstellen berechneten Werthe der Krümmungsradien, darunter sind dann die Abweichungen der gefundenen Radien von den aus der Ellipse berechneten Krümmungsradien angegeben.

Die Abweichungen der gefundenen Werthe von den für die Ellipse berechneten sind fast durchgehends auf der nasalen Seite der Hornhaut sehr gross, auf der temporalen Seite viel kleiner, und am kleinsten werden sie etwas temporalwärts von ϱ_0 zwischen 6° bis 12° ungefähr. Nur das rechte Auge Matthiessens und Westiens machte eine Ausnahme: das des letzteren aber auch nur in Ser. III. — Ist auch die Abweichung für 16° und 18° nasalwärts am grössten, so ist sie 11° und 12° nasalwärts doch auch noch sehr gross, während sie temporalwärts sehr klein wird und kaum die Fehlergrenze überschreitet. Wenn nun auch die individuellen Schwankungen ziemlich bedeutend sind, was ja von vorn herein zu erwarten war, so mag es doch erlaubt sein, von diesen abgesehen, die Mittel aus den Werthen der Serie III für die Abweichungen von der Ellipse zu ziehen, da sie die Uebersicht sehr erleichtern, und zwar in Mikromillimeter.

	Temp.	Linkes Auge.			Nas.	Nas.	Rechtes Auge.			Temp.
	16°	11°	0	11°	16°	16°	11°	0°	11°	16°
Mittel	−6	−4	—	−331	−689	−264	−224	—	−108	+48

Diese Zahlen können ebensowenig, wie die in Tabelle IV als Annäherungswerthe an die Ellipse betrachtet werden in dem Sinne wie es von Helmholtz und seinen Nachfolgern angenommen worden ist, wir kommen vielmehr zu dem Resultate, dass die Hornhautkrümmung sich der vorausgesetzten Ellipse nicht annähert, sondern eine sehr davon abweichende Form hat. Ich behaupte, wie ich ausdrücklich bemerke, auf Grund der ermittelten Werthe nur, dass die Hornhautkrümmung sich der vorausgesetzten Ellipse nicht genügend annähert, behaupte aber nicht, dass sie überhaupt nicht eine elliptische sei, da es ja sehr wohl Ellipsenstücke geben kann, denen sie sich annähert.

Bevor eine dahin zielende Berechnung versucht wird, ist es

zweckmässig zu ermitteln, wie weit denn die Hornhautkrümmung von der Kugelkrümmung abweicht. Für die Kugelkrümmung wird man entweder einen mittleren Radius berechnen können, oder den kleinsten oder den grössten gefundenen Krümmungsradius zum Ausgangspunkte wählen können; ich ziehe es aber vor, den physiologisch wichtigsten Krümmungsradius, nämlich ϱ_o, welcher sich für den Umkreis der Gesichtslinie ergeben hat, als Grundlage zu wählen und die Abweichungen von dieser Kreislinie festzustellen. Auf Tabelle V sind diese Abweichungen von ϱ_o für sämmtliche 3 Beobachtungsreihen zusammengestellt und zwar wieder in Mikromillimetern.

Auf dieser Tabelle tritt wieder besonders deutlich die Abflachung der Hornhautkrümmung auf der nasalen Seite hervor und zeigt sich constant bis zum 18. Grade hin. Die enorme Differenz zwischen ϱ_o und dem äussersten ϱ_n bei 26° oder 29° ist sehr auffällig und leicht demonstrirbar am Ophthalmometer, wenn nämlich das beobachtete Auge zuerst seine Gesichtslinie in die Axe des Ophthalmometers einstellt und der Beobachter den Platten die Stellung giebt, dass die beiden Halbbilder genau zu einer Linie verschmelzen, dann aber der Beobachtete sofort das Auge temporalwärts um 26° wendet; die beiden verschmolzenen Halbbilder weichen dann in sehr auffälliger Weise weit auseinander, verschmelzen aber wieder genau, wenn die Gesichtslinie wieder auf 0° zurückkehrt. — Kleiner und auch nicht ganz constant ist die Zunahme des Radius, also die Abflachung der Hornhautkrümmung temporalwärts; an den 4 rechten Augen ist sie in allen drei Serien constant und erstreckt sich auch hier bis zum 18. Grade. Auf dem linken Auge Westiens ist in Serie III dagegen eine ganz minimale Abnahme des Radius bei 26°, welche theils im Vergleiche mit dem Radius für 16° derselben Serie, theils im Vergleiche mit den beiden anderen Serien ganz unerklärlich ist und den Eindruck macht, als ob ein Versehen bei der Beobachtung stattgefunden hätte. Lassen wir diese Abweichung als unerklärlich bei Seite, so würde nur die Differenz von Matthiessens linkem Auge als Ausnahme von der Abflachung der Hornhautkrümmung nach der temporalen Seite hin übrig bleiben; bei Matthiessens linkem Auge ist aber ϱ_o auch viel grösser als ϱ_{n1} und es nimmt von ϱ_{n1}, welches der kleinste Radius der Hornhaut des linken Auges ist, die Krümmung temporalwärts auch ab. Die

Tabelle V.

Serie I.	Linkes Auge. Temp.								Nas.	Nas.	Rechtes Auge.							Temp.
	29°,7	18°,2	12°,4	6°,8	0°	6°,3	12°,4	18°,2	29°,7	29°,7	18°,2	12°,4	6°,8	0°	6°,8	12°,4	18°,2	29°,7
Aubert	+1318	+138	+ 43	—48	7,762	+46	+170	+367	+[1967]	+2444	+885	+234	+60	7,714	—27	— 15	+141	+1335
Westien	+ 348	+302	+281	+71	7,469	+15	+155	+278	+ 2297	+1638	+226	+108	0	7,609	—19	+116	+228	+ 238

Serie II.	Linkes Auge. Temp.				Nas.	Nas.	Rechtes Auge.			Temp.
	20°	8°	0°	8°	20°	20°	8°	0°	8°	20°
Aubert	+243	— 16	7,932	+178	+442	+587	+129	7,865	—100	+218
Westien	+281	+105	7,597	+160	+319	+270	+ 13	7,728	0	+124
v. Zehender	+ 26	— 14	8,020	+102	+558	+507	+ 87	—	—265	+267

Serie III.	Linkes Auge. Temp.						Nas.	Nas.	Rechtes Auge.					Temp.
	26°,3	16°,5	11°,2	0°	11°,2	16°,5	26°,8	26°,8	16°,5	11°,2	0°	11°,2	16°,5	26°,8
Aubert	+775	0	+ 28	7,827	—28	+108	+2009	+1082	+147	— 95	7,968	—339	— 71	+ 82
Westien	— 12	+119	— 56	7,708	—92	— 79	+ 797	+ 470	+155	— 70	7,775	— 90	+280	+281
v. Zehender	+267	—196	— 58	8,058	—28	—174	+ 966	+1168	+165	+189	8,035	—245	—115	+365
Matthiessen	— 70	—105	—255	8,336	—94	0	+1685	+ 953	+403	+ 48	8,277	+188	0	+408
Mittel	+240	— 45	— 86	—	—58	— 37	+1364	+ 918	+218	+ 5	—	—185	+ 28	+270

Mittel aus den 8 Augen der Serie III ergeben denn auch sowohl nasalwärts als temporalwärts eine Abflachung der Hornhaut, in Harmonie mit den Beobachtungen von Knapp und Anderen.

Die Hornhautradien innerhalb 16° nach beiden Seiten zeigen dagegen bei den einzelnen Beobachtungen der 3 Serien vielfache Differenzen in verschiedenem Sinne, meistens aber viel kleinere Differenzen, so dass die Mittel aus Serie III sehr geringe Werthe, welche zum Theil kaum die Fehlergrenze überschreiten, haben. Auf die Mittelwerthe, welche aus offenbar verschieden gekrümmten und individuell gestalteten Hornhäuten erhalten werden, ist aber kein Werth zu legen, besonders wenn die Zahl der gemessenen Hornhäute so gering ist, wie hier.

Die Betrachtung der Abweichungen von der Kugel führt aber zur Stellung einer wichtigen Frage: ist die Hornhaut gleichmässig gekrümmt? oder ändert sich ihre Krümmung sprungweise? Für die nasale Seite müssen wir wohl die letztere Frage bejahen und geradezu sagen, dass nasalwärts die Hornhaut sich sehr rapid abflacht, während ihre Krümmung etwa 12° zu beiden Seiten von der Gesichtslinie sehr gleichmässig ist. Wir werden also durch die Beobachtungsresultate darauf geführt, uns zweierlei Zonen von verschiedener Krümmung vorzustellen, eine Randzone und eine Polarzone: die flache Randzone geht mit rasch zunehmender Krümmung in die stark und nahezu gleichmässig gekrümmte Polarzone über.

So können wir denn an der Hornhaut zwei Zonen statuiren, von denen die eine, die Randzone, den anatomischen Verhältnissen des Augapfels sich anschliesst, die andere, die Polarzone, den optischen Forderungen Genüge leistet. Die Form des Augapfels ist der Art, dass der von der Sklera umschlossene Theil desselben ungefähr eine Kugel darstellt, deren Halbmesser etwa = 11 bis 12 mm beträgt; an die Sklerakrümmung schliesst sich der Rand der Hornhaut an, und zwar mit nahezu derselben Krümmung, welche die Sklera hat, erst dann geht sie allmählich in den stärker gekrümmten Hornhautabschnitt über und zwar in derjenigen Zone der Hornhaut, welche für die optischen Interessen des Auges nicht in Betracht kommt, da die auf ihn gelangenden Lichtstrahlen durch die Iris abgeblendet werden. Erst nachdem dieser Uebergang der skleralen Krümmung des Bulbus ausgeglichen ist, beginnt der für

das Sehen maassgebende Abschnitt der Hornhaut, welcher in einer Ausdehnung von etwa 12° oder 16° um die Gesichtslinie herum gelegen ist und eine Krümmung von solcher Beschaffenheit hat, dass in Folge der stärkeren Krümmung dieses Abschnittes die Lichtstrahlen so gebrochen werden, dass sie sich auf der Netzhaut vereinigen. Man kann daher geradezu diese Polarzone der Hornhaut als „optische Zone“, die Randzone als „Sklerazone“ bezeichnen. Die Grenze beider Zonen wird bestimmt durch die Iris und die Pupille.

Der Durchmesser der Hornhautbasis beträgt rund 12 mm, derjenige der Pupille 2,5 und 5,8 mm nach Woinow[1]). Es würde für die zur Fovea centralis gehenden Lichtstrahlen ein Kegel mit einer Basis von 12 mm Durchmesser zu denken sein, von dieser Basis aber ein äusserer Ring von 3 mm Breite abgeschnitten werden und der Kegel der wirklich zur Netzhaut gelangenden Strahlen nur eine Basis von 5,8 mm haben. Beträgt nun der Bogen der Hornhaut etwa 72°, so würden bei weitester Pupille etwa innerhalb 34° dieses Bogens die Lichtstrahlen durch die Pupille hindurchgehen, von den übrigen 38° aber die Strahlen abgeblendet werden. Ein Bogen von 34° der ganzen Hornhaut würde aber einem Bogen von 17° nasalwärts plus einem Bogen von 17° temporalwärts gleich sein, also auch bei weitester Pupille nur die Polarzone oder optische Zone der Hornhaut in Betracht kommen, da dieselbe ungefähr 16° von der Gesichtslinie nach beiden Seiten hin sich erstreckt.

Für weitere ophthalmometrische Untersuchungen wird es dann kaum noch von Bedeutung sein, die Form der ganzen Hornhautkrümmung zu bestimmen, von grösstem Interesse aber wird es, eine ganz genaue Bestimmung des mittleren Abschnittes der Hornhaut, der Polarzone oder optischen Zone derselben zu machen und für diese Zone weiter zu bestimmen, ob sie sich mehr der Ellipse oder dem Kreise annähert. Für diese Frage sind meine bisherigen Bestimmungen nicht genau genug, doch hoffe ich bei Anwendung des electrischen Glühlichtes so präcise Einstellungen an dem Ophthalmometer machen zu können, dass die Versuchsfehler auf wenige Mikromillimeter eingeengt werden. Erst dann wird sich vielleicht ein Winkel α berechnen lassen, welcher der optischen

1) Woinow, Ophthalmometrie S. 84.

Zone der Hornhaut zukommt; die bisherigen Bestimmungen stehen und fallen mit der Annahme der Ellipse für die ganze Hornhautkrümmung, welcher ich nach meinen Versuchen nicht beipflichten kann.

Dass ich mit meinem hochverehrten Collegen, Herrn Professor Matthiessen oft meine ophthalmometrischen Versuche besprochen habe und demselben vielfache Belehrung verdanke, halte ich mich verpflichtet, hier ausdrücklich zu erklären und demselben meinen besten Dank für seine Betheiligung an meinen Untersuchungen zu sagen.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Verlag v. Emil Strauss, Bonn.

I Reihe — kein Wasser getrunken — 1 Periode, II, III, IV

II Reihe — 1000 cc. Süßwasser getrunken — V, VI, VII; kein Wasser getrunken — VIII, IX

III Reihe — 1000 cc kohlens. Wasser getrunken — X, XI, XII; kein W. getr. — XIII

IV Reihe — keine Diät — XIV, XV, XVI

grm. Ur.

41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Verlag von Emil Str

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.